В помощь радиолюбителю

ЧТО ТАКОЕ ЗВУКОЗАПИСЬ

1950

Издательство Досарм · Москва

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Переполненная аудитория большого зала затихла в ожидании. Лектор подошел к небольшому аппарату и включил его. Из мощных громкоговорителей раздались звуки симфонического оркестра, затем послышалось пение. Пел Леонид Витальевич Собинов — замечательный русский певец, умерший много лет назад. Голос артиста, запечатленный еще в его молодости, сохранился благодаря чудесному достижению техники — звукозаписи. Теперь для нас в этом нет ничего необыкновенного. Каждый, слушая дома граммофон, присутствует при подобном чуде. А для человека, жившего 1000150 лет назад, это было бы просто непостижимым. Подумать только: у себя в комнате вы воспроизводите звуковые события, происшедшие, возможно, еще до вашего рождения. Звукозапись победила время. Это — одна из замечательных побед человека над природой. О том, как зародилась и развивалась звукозапись, как устроены аппараты звукозаписи и как самому заняться любительской звукозаписью, вы прочтете в этой книге.

- Вадим Корольков
  -
  - ЗАДАЧА ЗВУКОЗАПИСИ
  - СЛЕД НА БУМАГЕ
  - ПЕРВЫЙ АППАРАТ ЗВУКОЗАПИСИ — ФОНОГРАФ
  - ГРАММОФОН
  - РАДИО ПОМОГАЕТ ЗВУКОЗАПИСИ
  - САМОДЕЛЬНЫЕ ПЛАСТИНКИ
  - СФОТОГРАФИРОВАННЫЙ ЗВУК
  - ЗВУК И МАГНИТ
  - ЧТО ЖЕ ВЫБРАТЬ?
  - ПОСТРОЙКА ПРОСТЕЙШИХ АППАРАТОВ
  - АППАРАТ ДЛЯ ЗАПИСИ НА МАГНИТНУЮ ПЛЕНКУ
  - РАБОТА С АППАРАТОМ
  - АППАРАТ ДЛЯ ЗАПИСИ НА ДИСК
  - НАД ЧЕМ РАБОТАТЬ ДАЛЬШЕ?
  - СПИСОК ПОПУЛЯРНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ВОПРОСАМ ЗВУКОЗАПИСИ

Вадим Корольков
ЧТО ТАКОЕ ЗВУКОЗАПИСЬ

ВСЕСОЮЗНОЕ ДОБРОВОЛЬНОЕ ОБЩЕСТВО
СОДЕЙСТВИЯ АРМИИ

В помощь радиолюбителю

В. КОРОЛЬКОВ

ЧТО ТАКОЕ ЗВУКОЗАПИСЬ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСАРМ
МОСКВА—1950

ЗВУКОЗАПИСЬ НА КАЖДОМ ШАГУ

Часто мы даже не замечаем, как широко и многообразно

используется звукозапись в окружающей нас жизни. Еще недавно кино носило название «Великого немого». Звукозапись устранила эту немоту, и сейчас мы не представляем себе кино без звука. Радио прочно вошло в быт советских людей. Большая часть радиопередач является воспроизведением заранее сделанных звукозаписей. При существующем многопрограммном радиовещании это удобно и необходимо, так как для «живого» исполнения всех передач потребовалось бы огромное количество артистов, дикторов, лекторов. Да и болезнь или случайная задержка кого-либо из них могли бы не раз нарушить передачу.

Вам нужно узнать точное время. В больших городах такую справку можно получить по телефону. Набрав определенный номер, вы услышите ответ. Но вам ответил не живой человек, а аппарат звукозаписи, установленный на телефонной станции. Этот аппарат, воспроизводя заранее сделанную запись, с точностью часового механизма непрерывно отсчитывает вслух часы и минуты.

Десятками миллионов расходятся по стране граммофонные пластинки. Они представляют собой массовую форму использования звукозаписи.

Теперь получили распространение специальные ателье «Говорящее письмо». Зайдя в такое ателье, вы можете перед микрофоном «наговорить» текст, который хотите отослать кому-либо из родных или знакомых. Вашу речь запишут на маленькую, гибкую целлулоидную пластинку. Приклеив эту пластинку к открытке, вы можете переслать ее адресату по почте, как обычное письмо. Только такое письмо нельзя прочесть, его можно «услышать» при помощи граммофона.

Звукозапись встречается на каждом шагу. Она помогает сохранить на долгие годы память о важных событиях в истории нашего народа. Благодаря звукозаписи для нас и грядущих поколений сохранен голос В. И. Ленина. Записан ряд выступлений И. В. Сталина. Имеются записи голосов М. И. Калинина, А. М Горького, В. В. Маяковского и других наших великих соотечественников — политических деятелей, артистов, ученых, писателей. Звукозапись помогает советским людям в их повседневной работе, в учебе, в быту. Понятно, что такое значение она приобрела не сразу. Для того, чтобы достичь современного уровня развития звукозаписи, потребовалось много времени и человеческого труда.

ЗАДАЧА ЗВУКОЗАПИСИ

Мир звуков, окружающих нас, красочен и многообразен. Человеческий голос, шум леса, пение птиц — все это различные звуковые события. Почти все, что мы наблюдаем в природе и с чем мы сталкиваемся в повседневной жизни, имеет свою «звуковую» сторону. Звуковые ощущения являются важной частью человеческих ощущений. Поэтому естественно, что, стремясь запечатлеть и сохранить на долгие годы то или иное событие, весьма желательно сохранить и его звуковую часть.

В наше время фотография и кино позволяют с большой точностью запечатлевать видовую (зрительную) часть события. При этом в кино имеется возможность фиксировать как неподвижные, так и подвижные объекты и даже сохранять рельефность изображения (стереокино).

Не меньших успехов достигла и техника фиксации звуковых событий — техника звукозаписи. Правда, в ряде случаев можно обойтись и без помощи техники, например, человеческую речь можно записать или застенографировать, музыку — записать нотными знаками, природные шумы — описать словами. Вспомните, с каким мастерством, например, описан И. С. Тургеневым шум леса в «Записках охотника».

Но все это будут не живые звуки. С помощью воображения мы сможем лишь приблизительно представить себе изображенную картину, но это будет так же неточно, как и описание внешности человека по сравнению с его фотографией.

Задача техники звукозаписи — сохранить и обеспечить натуральное и естественное воспроизведение записанных звуков.

СЛЕД НА БУМАГЕ

Для того, чтобы записать звук, надо прежде всего знать его физическую природу. Попытки зафиксировать звук без отчетливого понимания сущности звукового процесса изобиловали наивными предложениями и всегда заканчивались неудачей. Например, еще в XVII веке делались предложения «поймать» звук в длинную трубу и закрыть его там с обеих сторон. Предполагалось, что, если потом трубу приоткрыть, звук начнет из нее «выходить» и мы его услышим.

Сейчас мы знаем, что звук обязательно связан с наличием колебательного движения. В этом легко убедиться, наблюдая струну какого-либо музыкального инструмента. Ее колебания заметны даже на глаз. Звук доходит до нас в форме звуковых волн, представляющих собой распространяющийся колебательный процесс частиц воздуха. Поэтому, говоря о звуке, мы говорим о звуковых колебаниях. При помощи несложного прибора можно даже зарисовать форму этих колебаний.

Устройство такого прибора показано на рис. 1.

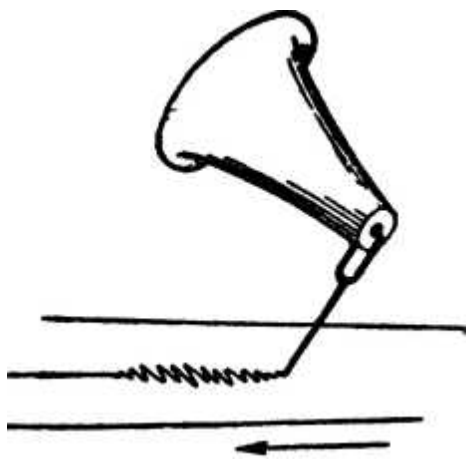

Рис. 1. *Прибор для записи формы звуковых колебаний.*

В горловине рупора укреплена круглая упругая пластинка, носящая название мембраны. При помощи рычага она связана с пишущим острием, которое выцарапывает на зачерненной поверхности движущейся ленты тонкий, ажурный след. До тех пор, пока мембрана, а следовательно, и пишущее острие неподвижны, этот след имеет форму прямой линии. Но стоит нам произнести какое-либо слово или запеть перед рупором, как движение частиц воздуха в возникшей звуковой волне передается

мембране, а через рычаг — острию, и последнее вычертит на ленте замысловатую кривую, повторяющую в увеличенном масштабе (благодаря действию рычага) движение мембраны. Нетрудно видеть, что форма зарисованной кривой будет соответствовать форме возникших звуковых колебаний, поэтому такую кривую называют *звуковым следом*. При различных звуках на ленте будут получаться различные звуковые следы.

Такой прибор, подобный описанному, применялся уже давно, но не для звукозаписи, а для изучения различных звуков в человеческой речи. Однако автоматическая запись «рисунка», звуков — то, что мы назвали звуковым следом — представляла собой решение половины всей задачи звукозаписи. Так или иначе звук был зафиксирован, и звуковой след мог быть достаточно долго сохранен.

Но как прослушать сделанную запись? Как заставить звучать эту тонкую извилистую линию? Как добиться звуковоспроизведения?

В рассмотренном приборе с зачерненной лентой получить звуковоспроизведение нельзя, слишком уж тонок и хрупок звуковой след (обычно для зачернения ленту покрывали слоем сажи). Следует оговориться, что сама мысль о возможности использовать звуковой след для получения звуковых колебаний, аналогичных записанным, т. е. об обращении звукового следа в звук, долгое время ни у кого и не возникала.

ПЕРВЫЙ АППАРАТ ЗВУКОЗАПИСИ — ФОНОГРАФ

Первый аппарат, практически решивший задачу записи и воспроизведения звука, был назван фонографом (рис. 2).

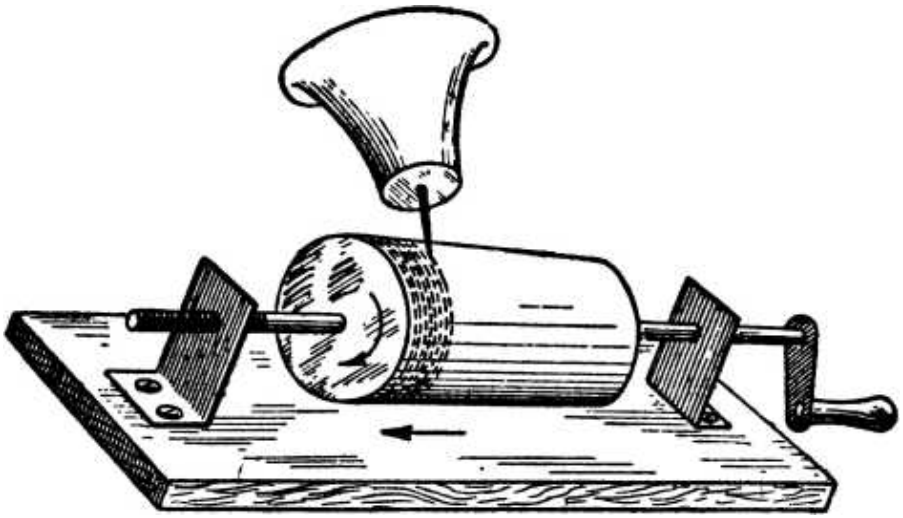

Рис. 2. *Фонограф.*

В нем звуковой след получался на оловянной бумаге, обвернутой вокруг валика, совершавшего вращательно-поступательное движение. В оловянную бумагу вдавливалась игла, связанная с мембраной рупора. Когда в рупор не попадали звуковые волны, игла чертила спиральную канавку постоянной глубины. Если же перед рупором кто-либо говорил или пел, игла вдавливалась на различную глубину в такт с колебаниями мембраны.

Таким образом, звуковой след в этом аппарате выглядит как канавка переменной глубины, поэтому запись получила название *глубинной.*

Для ее воспроизведения нужно установить иглу мембраны на начало записи и, повторив вращение валика, заставить иглу пройти весь путь, который она совершила при записи. При этом, в соответствии с изменениями глубины канавки, игла будет перемещаться к центру и от центра валика. Вместе с ней придет в движение и мембрана. По своей форме эти движения будут совпадать с формой записанных звуковых колебаний. В результате в рупоре мы услышим звук.

Фонограф был первым аппаратом так называемой механической записи. Название «механической» объясняется тем, что звуковой след в ней получается путем механического изменения формы звуконосителя.

В первые же годы после изобретения фонограф быстро завоевал себе популярность как аппарат для любительской звукозаписи. Запись на оловянную бумагу вскоре заменили записью на валик, покрытый воском. Восковой валик удобнее тем, что его можно было многократно использовать: валик каждый раз шлифовался специальным резцом и становился пригодным для новой записи. Новые валики для записи владелец фонографа мог приобрести в магазине.

На первых норах чудодейственной новинке прощались ее недостатки: и тихий звук, исходящий из рупора, и недолговечность записи из-за износа восковой канавки при воспроизведении, и искажения звука, создаваемые аппаратом. Когда количество изготовленных фонографов стало достаточно велико, в продажу, кроме чистых валиков, начали поступать валики «напетые» и «наговоренные» известными артистами. Эти валики явились как бы родоначальниками современных граммофонных пластинок.

Спрос на валики с записью рос, и тут-то выявился новый серьезный недостаток фонографа — восковые валики с записью было очень трудно размножить. Их поступало в продажу столько, сколько «напел» или «наговорил» исполнитель, а это количество было, понятно, небольшим. Практическая невозможность размножать записи стала помехой дальнейшему применению фонографов.

ГРАММОФОН

Конкурентом фонографа явился новый аппарат звукозаписи, названный граммофоном. В нем запись велась не на валик, а на диск, вращающийся с постоянной окружной скоростью (рис. 3).

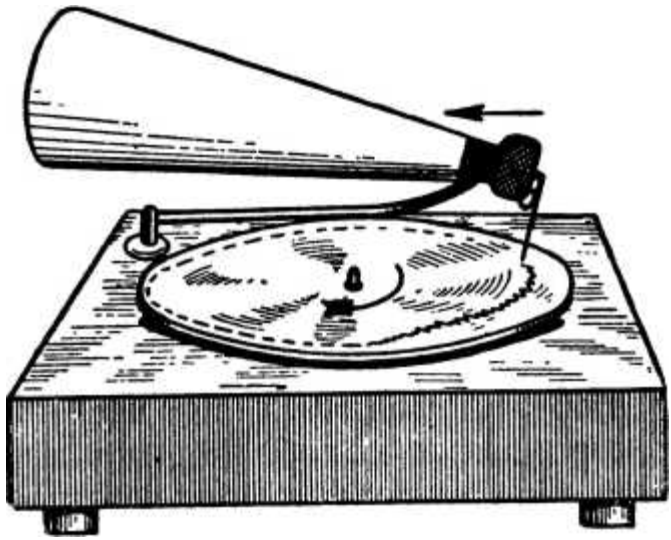

Рис. 3. *Запись на диске.*

При помощи специального механизма рупор вместе с мембраной и пишущей иглой во время записи равномерно смещался к центру, благодаря чему канавка, вырезаемая на поверхности диска, имела форму спирали. Поверхность диска покрывалась таким же мягким воском, как и валик фонографа. В отличие от фонографа игла в граммофоне совершала при записи не поступательные движения вверх и вниз, а поперечные, поэтому такая запись и получила название *поперечной*. Она до сих пор широко используется в производстве граммпластинок.

Воспроизвести записанный звук можно было на том же аппарате, на котором велась и запись, аналогично тому, как это делалось в фонографе.

Большим преимуществом граммофона явилась сравнительная легкость размножения записей. На первых порах это размножение осуществлялось так.

Запись велась на цинковом диске, покрытом тонким слоем пчелиного воска. Острие записывающей иглы соскабливало воск и обнажало цинковую подложку. После записи поверхность диска протравливалась кислотой, в результате чего по контуру

звукового следа в цинке образовывалась канавка. После достижения достаточной глубины диск промывался водой и дальнейшее травление его приостанавливалось, а оставшийся на поверхности диска слой воска удалялся. С полученного цинкового оригинала записи в электролитической ванне снимали металлическую копию, а с нее таким же путем снимали большое количество вторых копий. Такой метод получения металлических копий, носящий название гальванопластического, был открыт и разработан в 1837 году русским академиком Б. С. Якоби.

Нетрудно видеть, что рельеф поверхности вторых копий повторял рельеф цинкового оригинала записи (рис. 4), таким образом, они являлись действительно копиями записи.

Рис. 4.

Эти вторые копии — металлические граммпластинки — поступали в продажу. Качество их было невысоким, особенно был неприятен шум, вызывавшийся зернистостью металла в канавках записи.

РАДИО ПОМОГАЕТ ЗВУКОЗАПИСИ

В дальнейшем производство граммофонных пластинок значительно усовершенствовалось. Открытие радио нашим знаменитым соотечественником А. С. Поповым повлекло за собой бурный рост радиотехники и связанной с ней техники усиления электрических колебаний. Примерно с 1925 года на помощь производству граммофонных пластинок пришла усилительная аппаратура, построенная на радиолампах, какие мы можем видеть в любом ламповом радиоприемнике.

Теперь уже не нужно, напрягая голос, «напевать» или «наговаривать» пластинку перед рупором записывающего аппарата. Исполнитель ныне находится в специально звукоизолированной (чтобы записи не мешали внешние шумы) комнате, называемой студией. Перед ним расположен небольшой прибор — микрофон. Микрофон каждому знаком по телефонному аппарату. Он преобразовывает звуковые колебания в электрические.

По своему устройству и принципу действия различаются микрофоны нескольких видов: например, микрофон, применяемый в телефонных аппаратах, называется угольным, так как содержит в себе капсуль с угольным порошком, к которому прижимается мембрана. Когда мы говорим перед микрофоном, давление звуковой волны прижимает мембрану то сильнее, то слабее, в результате чего меняется электрическое сопротивление угольного порошка. В такт звуковым колебаниям будет изменяться сила тока, текущего через микрофон.

Электрический ток от микрофона по проводам передается в аппаратную.

Здесь усилителями повышают в требуемых пределах его мощность и направляют в особый прибор на записывающем аппарате, называемый рекордером. Устройство рекордера показано на рис. 5.

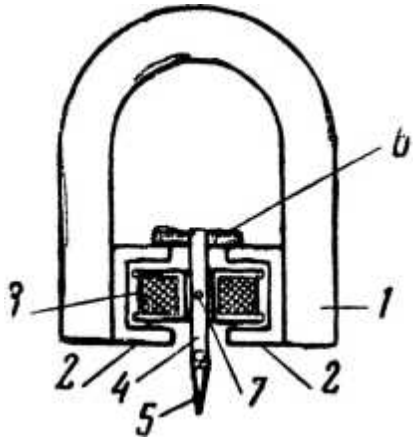

Рис. 5. *Рекордер: 1 — постоянный магнит; 2 — полюсные наконечники; 3 — катушка; 4 — якорь; 5 — резец; 6 — демпфер; 7 — ось.*

Как видно на рисунке, якорь рекордера может поворачиваться на оси между полюсными наконечниками. В режиме покоя на якорь действуют лишь силы притяжения, созданные постоянным магнитом. Благодаря симметричному положению якоря эти силы уравновешивают друг друга и не выводят его из нейтрального положения.

При прохождении электрического тока от усилителя через обмотку катушки рекордера возникает дополнительное магнитное поле — поле катушки, которое нарушает прежнее равновесие сил. В результате якорь отклоняется в ту или иную сторону в зависимости от направления тока в катушке. Так как ток на выходе усилителя переменный, т. е. все время изменяется как по величине, так и по направлению, то и якорь соответственно приходит в колебательное движение. Чтобы предотвратить возможность прилипания якоря к полюсным наконечникам, один конец его закрепляется в упругой среде (демпфере), например, между резиновыми прокладками. На другом конце якоря укреплен резец, вырезающий звуковую канавку на вращающемся диске. По-прежнему для получения спиральной формы канавки рекордер при записи, с помощью особого механизма, равномерно смещается от края диска к центру.

Таким образом, если раньше звуковая волна сама непосредственно вызывала перемещения записывающей иглы (или резца) в аппарате, теперь она сперва преобразуется в электрические токи, которые в свою очередь в конце процесса преобразуются в механические колебания резца. Такая запись получила название *электрической* и в настоящее время полностью

вытеснила старую акустическую систему.

На пути от звуковой волны до движения резца стала электроаппаратура. Это значительно облегчило проведение записи, повысило ее возможность и качество. Оказалось значительно проще и лучше управлять электрическими токами, чем исходными звуковыми волнами. Например, как можно было увеличить громкость записи при старом акустическом способе, когда исполнитель находился непосредственно перед рупором записывающего аппарата? — только попросить исполнителя еще ближе придвинуться и говорить громче. А это не всегда можно. При современном же способе электрозаписи надо лишь повернуть регулятор усиления в усилителе так, как мы это делаем в радиоприемнике, когда хотим увеличить громкость передачи.

Возьмем другой случай, когда надо записать группу исполнителей, например, оркестр. Звуки от всех инструментов, расположенных на значительной площади, «не попадут» в горловину рупора нормальных размеров. Какие-то инструменты не будут слышны в записи. Чтобы избежать этого, прежде прибегали даже к созданию специальных комнат, у которых с одной стороны все стенки постепенно сходились, образуя собою рупор записывающего аппарата. Сам аппарат располагался на узком конце этого своеобразного рупора. При электрозаписи все решается проще: в студии при большом числе исполнителей устанавливают несколько микрофонов, каждый из которых улавливает и передает звуки какой-то определенной группы инструментов. Ведущий запись регулирует должным образом усиление токов, поступающих с отдельных микрофонов, и добивается наилучшего звучания всего ансамбля в целом.

Эти примеры показывают преимущества современной электрозаписи граммофонных пластинок перед старой акустической.

Сильно изменилась и остальная часть технологического процесса изготовления граммпластинок. Давно забыты низкокачественные металлические граммпластинки. Запись теперь ведут на толстом восковом диске. Далее диск в особой камере покрывают тончайшим слоем золота, благодаря чему вся его поверхность, все канавки записи будут точно очерчены электропроводящим слоем. После этого становится возможным в электролитической ванне нарастить на воск слой меди, который потом легко можно отделить. При этом получается медный отпечаток с воска, или, как его называют, 1-й оригинал. В нем вместо бороздок на воске имеются соответственные выступы. В целях сохранности 1-й оригинал обычно не используют непосредственно при дальнейшем процессе изготовления грамм-

пластинок. Гальванопластическим способом с него изготавливают 2-й оригинал, со 2-го — 3-й и т. д.

Чаще всего только 5-й оригинал используется как матрица для прессования пластинок. Для придания поверхности механической прочности ее никелируют или хромируют. В таком виде матрица заряжается в прессформу (рис. 6) и нагревается вместе с нею.

Рис. 6. *Прессформа и матрицы для производства граммпластинок.*

Размягченную путем нагревания таблетку специальной граммофонной массы закладывают между двумя половинками прессформы и все это вместе помещают под пресс. Во время сжатия происходит одновременно охлаждение пресс- формы и пластинки. Спустя одну-две минуты прессформу вынимают из-под пресса, разнимают обе половинки ее и снимают готовую пластинку.

В качестве граммофонной массы пробовали применить и целлулоид, и эбонит, и ряд специальных масс. Хорошо известна, например, шеллачная масса, из которой до недавнего времени почти исключительно делали граммпластинки для широкой продажи (пластинки черного цвета). Шеллачная масса приготовляется из смеси шеллака, различных наполнителей и красящих веществ.

Шеллак является продуктом жизнедеятельности крохотных насекомых, облепляющих листья некоторых растений. В производство он идет в форме мелких чешуек коричневого цвета. Шеллак обладает замечательным свойством: он выдерживает очень большие давления на сжатие. Надо иметь в виду, что при воспроизведении граммпластинки кончик иглы оказывает

колоссальное давление на звуковую канавку, равное примерно одной тонне на квадратный сантиметр. Это объясняется тем, что вес всей мембраны граммофона или адаптера в электропроигрывателе приходится на очень небольшую площадь опоры иглы в канавке. Благодаря примеси шеллака пластинка становится более износоустойчивой.

В настоящее время, кроме шеллачной марсы, применяются и некоторые другие. Например, в продажу уже поступают пластинки из так называемой хлорвинилпековой массы. Продолжают в некотором количестве выпускаться пластинки из различных гибких пластмасс (небьющиеся пластинки).

В прежние годы не только запись, но и воспроизведение пластинок велось исключительно акустическим путем. При этом граммофонная игла, следуя по извилинам звуковой канавки, приводила в колебательное движение мембрану, непосредственно возбуждающую звуковые волны. Громкость несколько повышалась за счет рупора, расположенного снаружи граммофона (в более старых конструкциях) или скрытого внутри в новейших образцах. Акустическое воспроизведение пластинок применяется и сейчас. Большое преимущество этого процесса заключается в простоте и возможности осуществления почти в любых условиях.

Но наряду с этим широко используется теперь *электрический* метод воспроизведения. На воспроизводящий аппарат вместо акустической мембраны устанавливается специальный электрический звукосниматель, носящий название адаптера. По устройству он похож на известный уже нам рекордер, но действие его обратное: если в рекордере изменения силы тока в катушке вызывали перемещения якоря и резца, то в адаптере принудительные перемещения якоря, происходящие при движении иглы по канавкам, вызывают появление электродвижущей силы в обмотке катушки. Провода от адаптера подводятся к усилителю, выход которого соединен с громкоговорителем.

Электрический способ воспроизведения более сложен, но вполне оправдан, так как имеет ряд серьезных преимуществ. К числу их следует отнести:

1. Возможность получить любую громкость воспроизведения и легко регулировать ее путем изменения величины усиления.

2. Возможность путем применения в усилителе специальных корректоров и фильтров улучшить качество звучания пластинки, понизить шум в паузах и т. д.

САМОДЕЛЬНЫЕ ПЛАСТИНКИ

Прочитав все написанное выше о производстве граммпластинок, многие, вероятно, придут к выводу, что дело это очень сложное и заниматься изготовлением самодельных пластинок в домашних условиях практически невозможно. Это мнение ошибочно.

Конечно, полностью скопировать и воспроизвести технологию производства граммпластинок в домашних условиях очень трудно. Однако есть возможность получать записи на диски, которые внешне и по технике их воспроизведения будут очень похожи на граммпластинку. Это так называемые пластинки прямого воспроизведения. Название их объясняется тем, что в отличие от граммпластинок они могут быть воспроизведены сразу после окончания записи. Напомним, что в производстве граммпластинок, для того, чтобы изготовить металлическую матрицу и при помощи ее отпрессовать пластинку, могущую уже быть прослушанной, требуется обычно два-три дня.

Запись на восковом диске, с которой начинается весь процесс производства граммпластинки, может быть прослушана сразу, и в этом отношении восковой диск будет как бы пластинкой прямого воспроизведения. Но пластинка, эта недолговечная. Воск слишком мягок. Это хорошо для записи и плохо для воспроизведения, так как звуковая канавка быстро разрушается. Надо найти такой материал, который одновременно сочетал бы в себе два противоположные качества: был достаточно мягким, чтобы на нем можно было производить запись, и достаточно твердым, чтобы допускать многократное воспроизведение. Такие материалы имеются.

Среди любителей наибольшей известностью пользуется целлулоидная основа от рентгеновской пленки. Если из нее вырезать диск и сделать на нем запись так же, как она производилась на восковой диск, мы получим гибкую пластинку, которую можно воспроизвести на любом граммофоне или электропроигрывателе (почти так же, как и покупную граммпластинку).

Для записи на целлулоидные диски требуется записывающий аппарат, доступный к изготовлению в любительских условиях. Примерное устройство его показано на рис. 7.

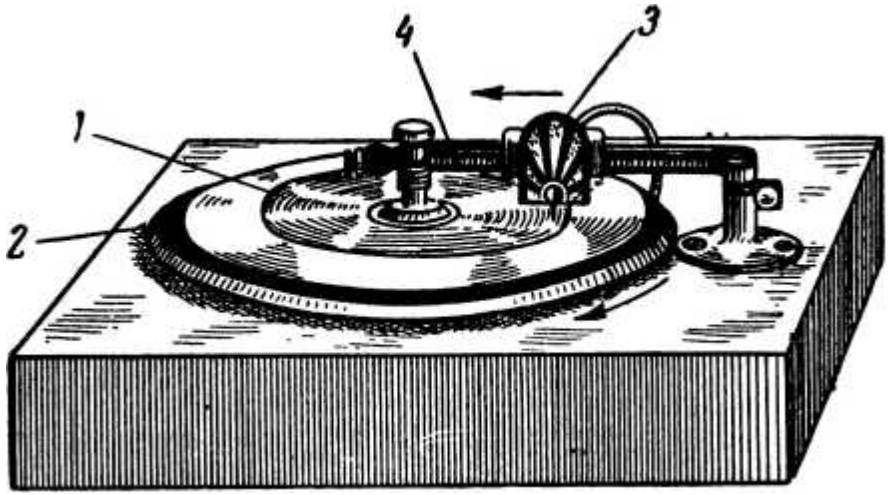

Рис. 7. *Аппарат для записи на диски прямого воспроизведения: 1 — диск для записи; 2 — планшайба; 3 — рекордер; 4 — смещающий механизм.*

Чистый (без записи) целлулоидный диск крепится на планшайбе, вращающейся при помощи электромотора со стандартной скоростью 78 оборотов в минуту. Запись ведется электрическим путем, т. е. при помощи рекордера. Во время записи специальным смещающим механизмом рекордер равномерно смещается от края к центру, благодаря чему звуковая канавка приобретает форму спирали. Подробнее о том, как изготовить такой простейший аппарат, будет сказано далее.

Запись на пластинки прямого воспроизведения используется не только в любительской, но и профессиональной практике, когда не требуется массового тиражирования записи. Например, существует запись на лаковые диски. Для изготовления их на диск из стекла, алюминия или пластмассы наносится тонкий слой нитролака. Застывая, он образует на поверхности эластичную и в то же время довольно прочную пленку, используемую как звуконоситель. Запись на такие диски ведется аналогично предыдущей.

Пластинки прямого воспроизведения более желательно воспроизводить электрическим путем, т. е. при помощи адаптера. Хотя акустическое воспроизведение на обычном граммофоне вообще и возможно, но при этом износ пластинок будет больше, а громкость звучания может оказаться недостаточной.

СФОТОГРАФИРОВАННЫЙ ЗВУК

Видали ли вы фотографию звука? Вопрос кажется вначале неожиданным и непонятным. Разве можно сфотографировать то, что не видно? Оказывается, при известных условиях можно. Попросите знакомого киномеханика показать вам несколько кадров звукового кинофильма. Рядом с изображением вы увидите узкую, черную ленточку с вырезом посередине в форме разнообразных зубчиков (рис. 8).

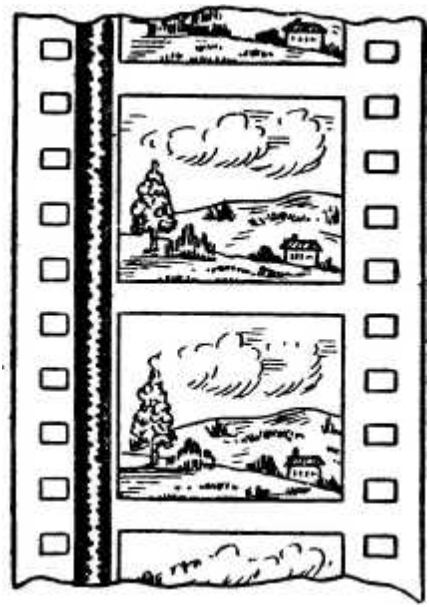

Рис. 8. *Звуковой кинофильм.*

Это и есть фотография того звука, который сопровождает кинокартину.

Долгое время ученые пытались решить задачу озвучания кинокартин. Вначале пробовали осуществить это при помощи граммофонных пластинок. Можно представить себе, как выглядел такой «звуковой кинотеатр». Рядом с экраном на табуретке стоял граммофон, сильно шипевший и плохо слышимый в зале. Из-за неизбежного расхождения в моментах пуска пленки и пластинки и разности скоростей их движения звук явно не совпадал, как говорят, не был синхронен с изображением. Понятно, что от такого «звукового кино» вскоре отказались. Тогда возникла мысль записать звук на той же пленке, на которой заснято изображение.

В результате работ, начатых у нас в стране профессорами П.

Г. Тагером и А. Ф. Шориным, и возникла та фотографическая звуковая дорожка, которую вы смогли увидеть на пленке звукового кинофильма.

Каким же образом это осуществляется? Как произвести фотографирование звука?

Так как сами звуковые волны непосредственно не видны, следует предварительно звук превратить в свет или, вернее, звуковые колебания превратить в колебания светового потока. Подобные опыты были проделаны еще очень давно, причем впервые в мире нашими соотечественниками А. Виксшемским (1889 г.) и И. Поляковым (1900 г.).

Для пояснения принципа фотографической системы звукозаписи обратимся к рис. 9.

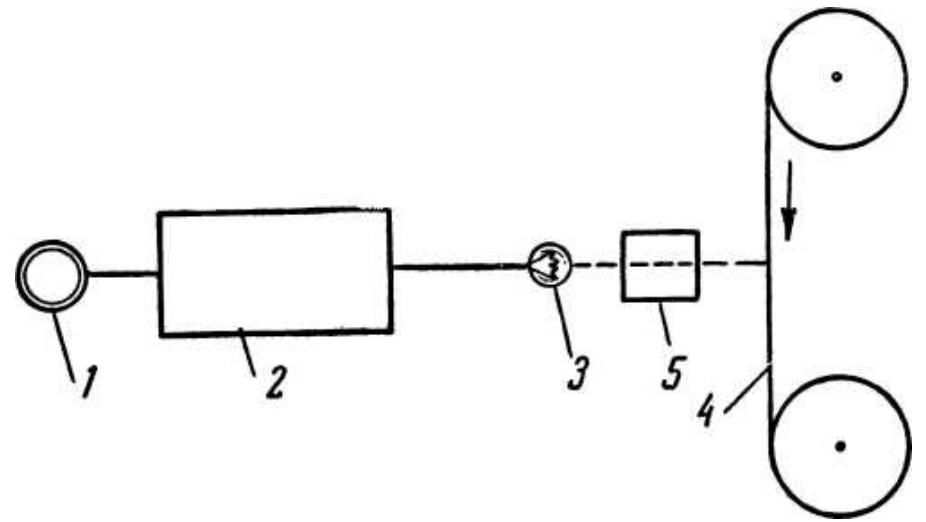

Рис. 9. *Схема фотографической записи звука: 1 — микрофон; 2 — усилитель; 3 — электрическая лампочка; 4 — кинопленка; 5 — оптическая система для фокусировки светового луча.*

На нем мы видим приборы, знакомые уже нам из схемы электрической записи граммофонных пластинок. Схема начинается с микрофона, преобразовывающего звуковые колебания в электрические. Далее идет усилитель, повышающий их мощность. На выход усилителя включена необычная нагрузка — маленькая электрическая лампочка, наподобие лампочки от карманного фонаря.

Попробуем говорить перед микрофоном. В такт речи лампочка будет вспыхивать то ярче, то слабее, так как через нее протекают усиленные токи микрофона. Звук таким образом оказался превращенным в свет. Его уже нетрудно сфотографировать в виде узкого продольного штриха. При

помощи системы линз световой луч от лампочки направляют на движущуюся светочувствительную кинопленку и, как говорят фотографы, «засвечивают» на ней дорожку соответствующей ширины. Проявив пленку, мы увидим этот своеобразный звуковой след. Прозрачность (плотность) звуковой дорожки в различных местах будет неодинаковой: там, где лампочка светила ярче, пленка почернеет сильнее и наоборот (рис. 10).

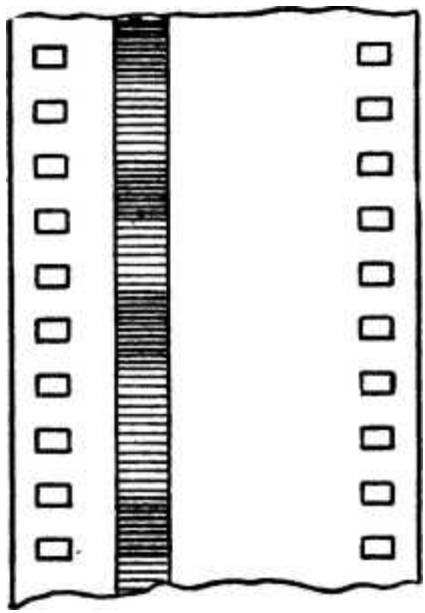

Рис. 10. *Запись переменной плотности.*

Такую запись называют записью *переменной плотности*. Ширина звуковой дорожки по всей ее длине одна и та же и определяется шириной записывающего светового луча.

Теперь остается воспроизвести сделанную запись. Для этого пленку протягивают с той же скоростью и в том же направлении, что и при записи, перед постоянным источником света (например, электролампой, питаемой от аккумуляторов) так, чтобы луч света от этого источника проходил сквозь звуковую дорожку на пленке. Тогда сила света этого луча будет меняться в соответствии с изменением прозрачности звуковой дорожки. После этого мы приходим к задаче, обратной по сравнению с той, которая стояла перед нами при записи. Там мы звук превращали в свет, теперь надо свет превратить в звук, или, точнее, колебания светового потока превратить в звуковые колебания.

Еще в прошлом столетии было обнаружено, что некоторые вещества при освещении могут вырабатывать электрический ток и тем более сильный, чем более яркий свет воздействует на них.

Такое явление, названное фотоэлектрическим эффектом, было впервые изучено профессором Московского университета А. Г. Столетовым. Сам прибор получил название фотоэлемента. Воспользуемся им для воспроизведения фотографической звукозаписи. Установив фотоэлемент позади пленки так, что световой луч, прошедший через звуковую дорожку, попадет на него, мы получим в цепи фотоэлемента электрический ток, изменяющийся в соответствии с прозрачностью звуковой дорожки, т. е. в соответствии с произведенной записью. Так как этот ток очень слаб, надо прибегнуть к его усилению при помощи лампового усилителя (рис. 11).

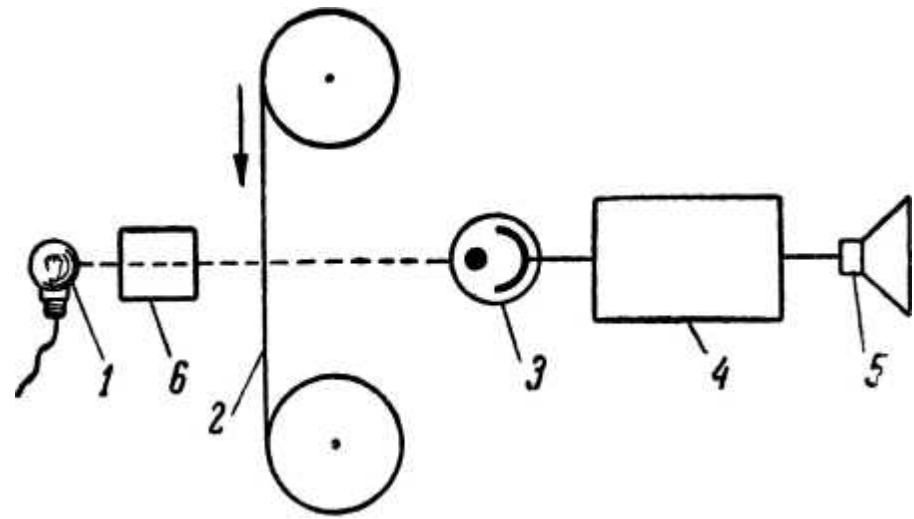

Рис. 11. *Схема воспроизведения фотографической записи: 1 — постоянный источник света (электролампа); 2 — пленка с записью; 3 — фотоэлемент; 4 — усилитель; 5 — громкоговоритель; 6 — оптическая система для фокусировки светового луча.*

На выход усилителя включается громкоговоритель, который преобразует электрические колебания в звуковые, чем и заканчивается процесс воспроизведения.

Рассмотренная нами фотографическая запись переменной плотности использовалась в записывающих аппаратах системы проф. П. Г. Тагера, при помощи которых снимался первый советский художественный звуковой кинофильм «Путевка в жизнь». Правда, преобразование электрических колебаний в колебания светового потока при записи осуществлялось там не электрической лампочкой, как было показано на рис. 9, а специальным сложным прибором — модулятором. Но характер звуковой дорожки был таким же.

В аппаратах другой системы — системы проф. А. Ф. Шорина — благодаря особому устройству модулятора при записи изменялась не сила светового луча, а его ширина. В результате звуковая дорожка на пленке получалась неизменной прозрачности во всех своих частях, но переменной ширины (рис. 12).

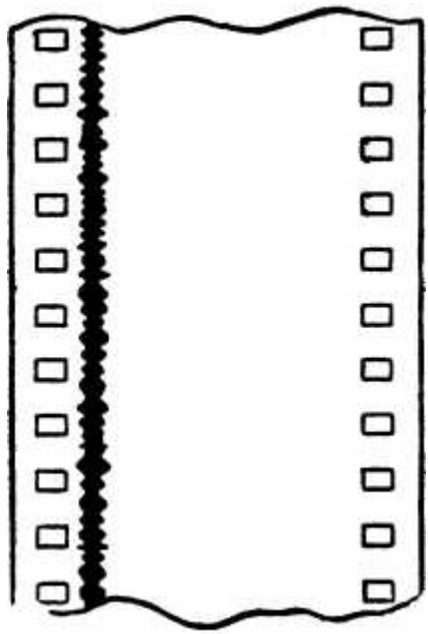

Рис. 12. *Запись переменной ширины.*

Отсюда и запись получила название записи *переменной ширины*.

В большинстве современных звуковых кинофильмов применена именно такая запись. Воспроизведение ее ничем не отличается от воспроизведения записи, сделанной по методу переменной плотности: с изменением ширины звуковой дорожки будет меняться световой поток, прошедший через пленку и падающий на фотоэлемент. Далее процесс будет протекать аналогично.

Фотографическая звукозапись легко позволяет получить большое количество копий. Подлинник с записью — пленка-негатив обычно не используется для прослушивания, а с нее печатают позитивные копии, так же, как с фотографического негатива мы на бумаге можем отпечатать любое количество фотокарточек. Те звуковые кинофильмы, которые привозят для демонстрации в кинотеатры, имеют позитивный отпечаток

звуковой дорожки. Отличается он тем, что черным местам в негативе записи здесь соответствуют белые (прозрачные) и наоборот (рис. 13).

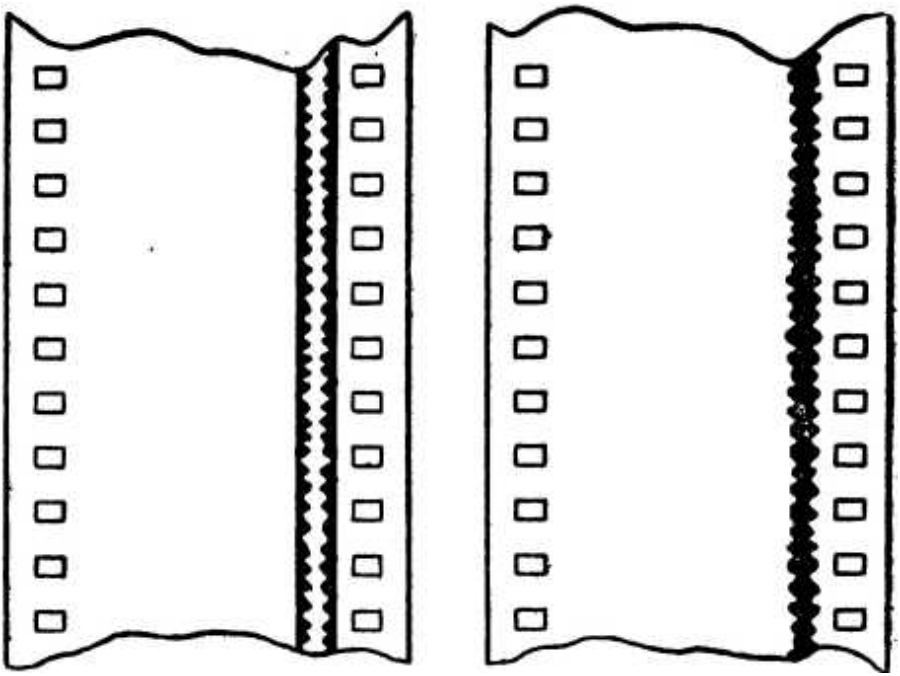

Рис. 13. *Негатив (справа) и позитив (слева) записи.*

ЗВУК И МАГНИТ

Вероятно вы заметили общий подход к решению задачи, который существует в рассмотренных системах звукозаписи. Записанный звук во всех случаях фиксируется на движущемся звуконосителе. Сам процесс записи сводится к тому, чтобы изменить так или иначе физическое состояние звуконосителя в такт записываемым звуковым колебаниям. При механической записи на пластинку изменялась форма канавки, вырезаемой резцом в звуконосителе; при фотографической записи изменялась в конечном счете прозрачность пленки. Спрашивается, нельзя ли еще что-либо изменить в звуконосителе с целью фиксации на нем звука? Оказалось, что выбор здесь невелик. Ограничения определяются не принципиальными возможностями, а практическими удобствами и качеством получаемой записи.

Кроме рассмотренных механической и фотографической систем, развилась и используется еще только одна система — магнитная. В ней при записи изменяется степень намагничивания звуконосителя. Само собой разумеется, что звуконоситель для этой записи должен быть сделан из материала, способного хорошо намагничиваться и сохранять это состояние длительное время. Такие материалы называются ферромагнитными; наиболее широко известными из них являются различные стали.

На рис. 14 показана схема устройства аппарата для магнитной записи и воспроизведения звука.

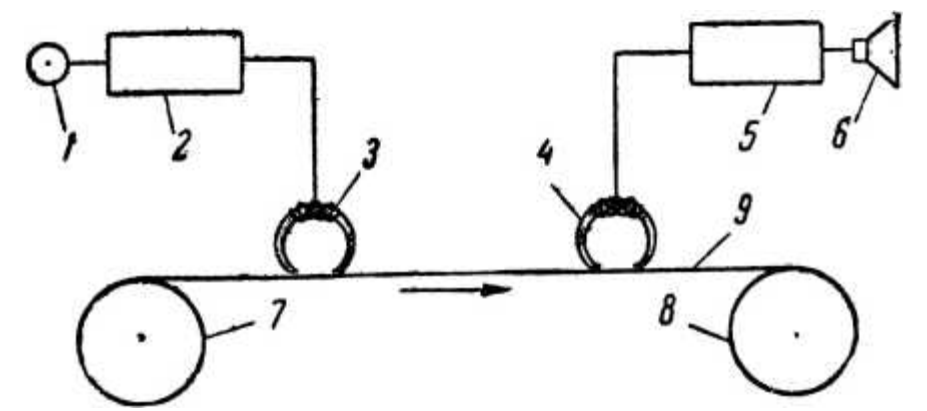

Рис. 14. *Схема магнитной записи и воспроизведения звука: 1 — микрофон; 2 — усилитель записи; 3 — записывающая головка; 4 — воспроизводящая головка; 5 — усилитель вое произведения; 6 — громкоговоритель; 7, 8 — катушки со стальной проволокой; 9 — стальная проволока.*

Звуконоситель в виде тонкой стальной проволоки равномерно перематывается с левой катушки на правую. Намагничивание его осуществляется специальным электромагнитом (называемым записывающей головкой), подключенным на выход усилителя записи. Сердечник записывающей головки имеет форму кольца с зазором посередине (рис. 15).

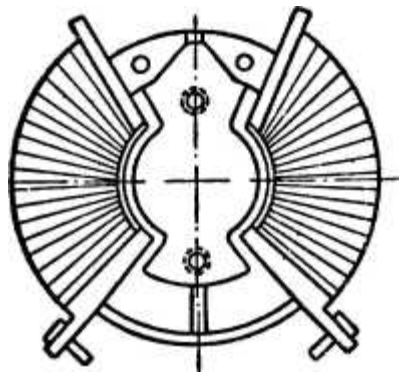

Рис. 15. *Магнитная головка*.

Когда мы говорим перед микрофоном, усиленные микрофонные токи, протекая через обмотку головки записи, создадут в зазоре головки магнитное поле, изменения которого повторяют изменения звукового давления на мембрану микрофона. В результате звуконоситель намагничивается сильнее или-слабее в зависимости от того, какова в данный момент сила магнитного поля в зазоре. Таким образом, проволока, прошедшая записывающую головку, несет на себе звуковой след **в** форме переменной намагниченности различных ее участков. Намагниченное состояние звуконосителя обычно хорошо сохраняется в течение многих лет. В отличие от механической и фотографической систем в магнитной системе звуковой след не виден на глаз — проволоку с записью нельзя непосредственно отличить от проволоки без записи. Для опознавания следует ее погрузить в мелкие стальные опилки. Тогда только обнаружится намагниченность отдельных участков. К ним опилки прилипнут.

Для воспроизведения служит второй электромагнит (воспроизводящая головка). Намагниченная проволока с записью, соприкасаясь при своем движении с воспроизводящей головкой, возбуждает в ее обмотке электрические колебания подобно тому, как это происходит в динамомашине при вращении якоря. Сила и частота этих колебаний соответствуют записанным на проволоку звукам. Предварительно усилив их, мы сможем прослушать

записанное через громкоговоритель.

Магнитная система звукозаписи обладает рядом интересных возможностей и особенностей. Например, оказывается возможным удалить запись со звуконосителя, если она нам почему-либо не нужна, т. е., как говорят, «стереть» старую запись так же, как мы стираем с бумаги карандашный рисунок. Для «стирания» записи надо или размагнитить звуконоситель на всех участках или же привести их в одинаково намагниченное состояние. Как это сделать, мы увидим дальше.

После стирания можно произвести новую запись. Это очень большое преимущество магнитной системы. Вспомним, что в фотографической системе кинопленка, после того, как на нее записали звук и ее проявили, безусловно, не может быть использована для новой записи. Нельзя также повторно использовать и целлулоидный или лаковый диск при механической системе. А ведь на практике не все записи оказываются хорошими, удачными. Случайная оговорка в речи, неверная нота при музыкальном исполнении безвозвратно губят звуконоситель. Особенно «накладны» такие порчи звуконосителя при любительской записи на дому. Во всех случаях магнитная система оказывается в выигрышном положении благодаря возможности повторно (и кстати отметим, практически неограниченное число раз) использовать звуконоситель.

Для каждой записи существенное значение имеет ее долговечность, т. е. сколько раз мы сможем ее воспроизвести без заметного ухудшения качества. Кому не знакомо шипящее и искаженное звучание заигранной граммпластинки? Да и при всех других формах механической системы малая износоустойчивость является неизбежным злом. Она вытекает из самого принципа воспроизведения этих записей — игла, двигаясь по канавкам, каждый раз все больше и больше разрушает их.

Казалось бы, в фотографической системе с износом все должно быть благополучно. Ведь луч света, просвечивающий пленку при воспроизведении, не царапает ее, как игла. Но и здесь, чем большее число раз мы воспроизводим пленку, тем сильнее прослушиваются шумы, трески и отдельные щелчки. Это можно заметить при просмотре в кинотеатре старого кинофильма. Износ записи на кинопленке объясняется тем, что из-за трения между отдельными слоями пленки в рулоне поверхность ее царапается. Пыль, попадающая в эти царапины, делает их непрозрачными. Каждая такая загрязненная царапина вызывает при прослушивании щелчок.

По степени износоустойчивости магнитная запись также имеет преимущество. Был проделан интересный опыт: склеили **в**

кольцо запись, сделанную на узкой стальной ленточке и длительно воспроизводили ее. Оказалось, что даже после 500 000 проигрываний заметных искажений не было обнаружено. Воспроизводящая головка не разрушает звуконоситель — он свободно скользит при воспроизведении по ее рабочей поверхности. Пыль или другие случайные загрязнения не мешают магнитным силовым линиям перейти от звуконосителя в сердечник воспроизводящей головки и поэтому также не оказывают влияния.

Таково второе преимущество магнитной системы.

Практически ни в одной системе, кроме магнитной, нельзя определить качество записи (хорошо или плохо) до ее окончания. До этого момента ее нельзя прослушать. При фотографической системе, кроме того, надо еще дополнительно ждать, пока проявится пленка, а при производстве граммофонных пластинок по меньшей мере сутки уйдут на изготовление матрицы и прессование пластинки.

При магнитной звукозаписи не требуется производить какой-либо обработки звуконосителя. Запись готова сразу, моментально. И качество ее легко контролировать даже в процессе самой записи, ведя прослушивание хотя бы на телефонные трубки, включенные в усилитель воспроизведения. Так как воспроизводящая головка отстоит на некотором расстоянии от записывающей, мы услышим звук, записанный какую-то долю секунды назад. Отставание в контрольном прослушивании будет точно равно тому времени, которое требуется звуконосителю, чтобы пройти расстояние, отделяющее обе головки. Практически это отставание столь ничтожно, что его даже трудна заметить.

К достоинствам магнитной звукозаписи следует отнести также и то, что аппаратура отличается исключительной простотой в обслуживании. Запись на кинопленку и на диск требует большого навыка и опыта у оператора. От того, например, как установлен резец, хорошо ли подготовлен звуконоситель, зависит качество получающейся записи. Запись становится своего рода искусством. Иначе обстоит дело в магнитной звукозаписи: при ней научиться записывать или воспроизводить можно в несколько минут. Вся операция сводится к устанавливанию звуконосителя на аппарате и нажатию той или иной пусковой кнопки. Магнитная звукозапись может производиться в любых условиях: на ходу, на пароходе во время качки, на самолете во время боя. Она безотказна и надежна в работе. Аппаратуру можно разместить вдали от оператора, который будет управлять ею дистанционно, лишь изредка подходя, чтобы сменить

звуконоситель.

Несмотря на все эти положительные свойства, магнитная система звукозаписи получила широкое практическое применение лишь за последние годы. Дело в том, что очень долго качество записи было низким. Потребовался длительный период настойчивых исследований и изысканий, значительная часть которых была проделана у нас в стране. Лишь сравнительно недавно два принципиальных новшества резко изменили положение: из третьесортной магнитная запись стала чуть ли не наилучшей по натуральности воспроизведения записанного звука. В сочетании со всеми ранее перечисленными достоинствами это послужило основанием для широкого применения ее в различных отраслях народного хозяйства, науки и техники. Такими новшествами явились: запись на порошкообразный звуконоситель (магнитную пленку) и так называемый высокочастотный режим записи. Разберем их по порядку.

Еще в период записи на стальную проволоку и ленту выяснилось, что применение звуконосителей с различными магнитными характеристиками существенно влияет на качество записи. Больше того, было выяснено, какие же характеристики нужны для звукозаписи. Они оказались совершенно не похожими на те, которые имеет сталь разных марок. Пробовали делать запись на различных сплавах, но и с ними практических успехов не добились. И вот оказалось, что близкие к искомым характеристики имеет коричневый порошок окиси железа, т. е., говоря упрощенно, железная ржавчина, Весьма тонкий слой ее (всего лишь 15–20 микрон) наносился с одной стороны на узкую, шириною 6,5 *мм* ацетилцеллюлозную ленточку, которая и служила звуконосителем. Так возникла магнитная пленка. Она используется в большинстве современных аппаратов магнитной звукозаписи. Пленка в них наматывается плотным рулоном, который нетрудно снять с аппарата. Для хранения рулон пленки вкладывают в картонный пакет (рис. 16).

Рис. 16. *Рулон магнитной пленки, пакет для хранения ее.*

Пленка удобна в работе, она легка и негорюча. При обрыве пленка хорошо клеится некоторыми специальными клеями, например, киноклеем. Это позволяет широко практиковать монтаж записи, т. е. соединение отдельных ее частей воедино путем склейки. Точно так же можно удалять, Вырезая ножницами, отдельные дефекты в записи — оговорки, посторонние шумы, щелчки и т. д.

Для сравнения напомним, что при стальной проволоке в качестве звуконосителя для соединения концов в случае обрыва требовался сварочный аппарат.

Магнитная пленка может хорошо и длительно сохраняться. Следует лишь оберегать ее ацетилцеллюлозную основу от высыхания, иначе пленка станет хрупкой и будет рваться при движении в аппарате. Правильные условия хранения ее сходны с принятыми в больших библиотеках и книгохранилищах. Требуется комнатная температура и несколько повышенная влажность воздуха (50–60 % относительной влажности). Следует также оберегать пленку от прямого воздействия солнечных лучей, сильных магнитных полей и резких механических сотрясений.

Тысячи прогонов пленки через аппарат практически не ухудшают ни ее, ни сделанной на ней записи. При этом, конечно, имеется в виду, что магнитные головки и стальные детали аппарата, с которыми соприкасается пленка при своем движении, не намагничены по какой-либо причине и пленке не наносятся механические повреждения из-за каких-либо неисправностей аппарата.

Работая с пленкой, надо следить, чтобы с головками сопри касалась ее рабочая сторона, т. е. та, на которую нанесен слой окиси железа. Она имеет матовый оттенок и легко отличима на глаз от нерабочей, глянцевой.

Вторым новшеством в магнитной записи, как уже говорилось, было введение особого высокочастотного режима записи. Для того, чтобы понять его особенности, следует иметь в виду, что в процессе записи звуконоситель всегда претерпевает целый цикл намагничиваний и перемагничиваний. Та или иная последовательность этих процессов и сам характер их и представляет собой то, что мы называем режимом записи.

В существующих аппаратах при записи движущийся звуконоситель прежде всего попадает под действие специального стирающего устройства. Назначение его — удалить возможные следы старых записей и соответственным образом подготовить звуконоситель к новой записи. Подобное стирающее устройство можно осуществить в виде сильного постоянного магнита, с

полюсами которого соприкасается звуконоситель (рис. 17), или в виде специальной головки стирания, конструкция которой схожа с головками записи и воспроизведения и через обмотку которой пропускается постоянный ток (рис. 17).

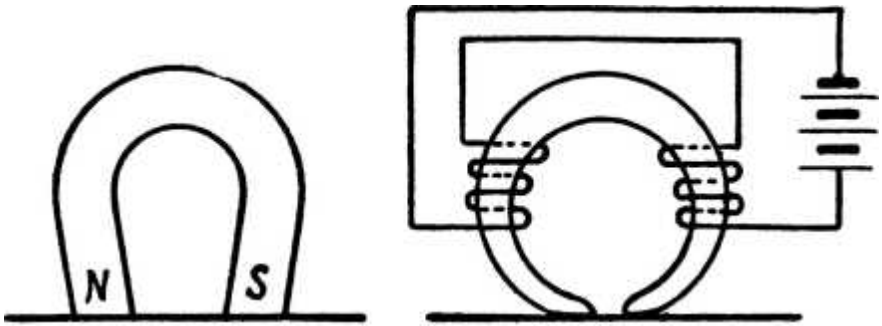

Рис. 17. *Стирание пленки постоянным магнитом и стирающей головкой.*

И в том и в другом случае все участки звуконосителя, прошедшие стирание, будут одинаково намагничены. В таком состоянии звуконоситель подходит к головке записи. В ней оказалось выгодным пропускать через обмотку катушки, кроме тока звуковой частоты (которую мы записываем), еще и небольшой постоянный ток. Действие этого тока похоже на действие напряжения сеточного смещения в усилительной лампе. Оно, как известно, не участвуя в процессе усиления, устанавливает наивыгоднейший режим лампы, при котором усиление подведенных электрических колебаний протекает наиболее эффективно. Происходит, как говорят, «смещение» начальной рабочей точки в лучшую часть ламповой характеристики.

Аналогично при магнитной записи постоянный ток в записывающей головке устанавливает начальную рабочую точку на середину наивыгоднейшего (с точки зрения записи) участка характеристики намагничивания. По аналогии этот ток иногда называют током смещения (или током подмагничивания). Вышеописанный цикл намагничиваний и перемагничиваний характеризует собой тот режим записи, который получил условное название режима постоянного тока. Он был более ранним и применялся во всех аппаратах старой конструкции. Режим постоянного тока имеет два недостатка: значительные нелинейные искажения в записи и шум в паузах звучания. Суть нелинейных искажений заключается, как известно, в том, что искажается форма записываемых колебаний; при прослушивании это обнаруживается в виде характерных хрипов. Причиной

появления подобных искажений в данном случае является непрямолинейность рабочего участка характеристики намагничивания, которую не удается устранить даже самым тщательным подбором начальной рабочей точки (т. е. подбором тока подмагничивания). Вся эта характеристика в целом имеет непрямолинейный характер.

Шум в паузах слышен вследствие того, что звуконоситель всегда, даже в паузах, намагничивается постоянными полями стирания и подмагничивания, которые во время записи никогда не выключаются. Беда в том, что это намагничивание неодинаково на различных участках звуконосителя из-за неоднородности последнего. При всех видах звуконосителя, будь, то стальная проволока или магнитная пленка, звуконоситель неоднороден как по своим размерам, так и по магнитным свойствам. На пленке, например, в одном месте может быть нанесен более толстый слой магнитного порошка, чем в другом. А раз звуконоситель намагничен неодинаково, он будет при соприкосновении с сердечником воспроизводящей головки вызывать в нем пульсации магнитного потока, а в обмотке катушки соответственные электрические напряжения. Будучи усилены, они и создадут в громкоговорителе шум в виде шорохов, отдельных щелчков, тресков и т. д.

Все эти недостатки исключены при высокочастотном режиме записи. Суть его заключается в том, что вместо постоянного тока в головку записи подают, кроме тока записываемой звуковой частоты, ток высокой частоты (40–50 тысяч колебаний в секунду). Такая высокая частота сама на пленку не записывается, но благоприятно действует на нее, выпрямляя характеристику намагничивания. При правильно подобранном значении высокочастотного тока (как говорят, при оптимальном токе подмагничивания) эта характеристика становится почти совершенно прямолинейной. В результате звуковые колебания записываются с весьма малыми искажениями. Так как в паузах записи через обмотку записывающей головки проходит только ток высокой частоты, который, как мы сказали, не оставляет следа на звуконосителе, последний не намагничивается и его неоднородности не проявляются в виде шума.

Для нормального протекания высокочастотного режима необходимо, чтобы звуконоситель подходил к записывающей головке в размагниченном состоянии. Это должно обеспечиваться предшествующим процессом стирания. Такое стирание производится стирающей головкой, питаемой также током высокой частоты. Обычно этот ток получается от того же лампового генератора, что и ток подмагничивания, но по своей

величине значительно превышает его. Магнитное поле стирающей головки меняется с частотой питающего тока. Звуконоситель претерпевает при своем движении около этой головки большое число перемагничиваний в ту и другую сторону. Самое сильное поле — в середине рабочего зазора головки. Там звуконоситель несколько раз (то в одном, то в другом направлении) намагничивается до насыщения и теряет при этом всякие следы старой записи, если таковая на нем существовала. Пройдя середину зазора, звуконоситель попадает в спадающее поле. Размах перемагничиваний ослабевает, уменьшаясь до нуля. В итоге со звуконосителя не только «стерта» старая запись, но и достигнута полная размагниченность.

Хотя высокочастотный режим записи и более сложен, так как требует специального лампового генератора, его сейчас повсеместно применяют в аппаратуре в силу присущих ему высоких качеств записи.

Режим постоянного тока имеет смысл использовать лишь в легкой переносной аппаратуре, где желательно сократить расход источников питания.

ЧТО ЖЕ ВЫБРАТЬ?

Мы познакомились с тремя существующими системами звукозаписи: механической, фотографической и магнитной.

Вполне естественно задать теперь вопрос: какая же из этих систем лучшая? Ответить на это не так-то просто. Все зависит от того, для чего мы хотим использовать звукозапись, в каких условиях и для каких целей? В зависимости от этого лучшей может оказаться любая из трех. Например, для звукового кино наиболее удобно применить фотографическую систему, так как при ней и изображение и звук наносятся на кинопленку одним и тем же путем — фотографированием. Это дает большую выгоду и удобство в производстве, поскольку технология обоих процессов одинакова.

Если необходимо в короткий срок распространить какую-либо запись в сотнях тысяч экземпляров, наиболее выгодна механическая система в форме граммпластинок. Современные прессы-полуавтоматы позволяют выпускать каждую пластинку меньше, чем за минуту. Если к этому добавить, что пластинка очень проста в обращении, станет ясно, что для целей массового распространения и пользования наиболее удобной является запись на граммпластинку.

Многие записи, имеющие историческую ценность, важно сохранить в течение сотен лет. Ни кинопленка, ни магнитная пленка и даже граммпластинка не годятся для этого — они постепенно разрушаются. Но та металлическая матрица, при помощи которой прессовали пластинку, способна обеспечить очень длительное хранение. Поэтому в подобных случаях прибегают опять-таки к механической системе записи, но хранят не саму запись, а матрицу, так сказать, тот инструмент, при помощи которого в любое время эта запись может быть восстановлена.

В большинстве остальных случаев предпочтение следует отдать магнитной системе. Например, она наиболее удобна в радиовещании, где требуется быстро произвести высококачественную запись, с которой не предполагают изготавливать большого числа копий.

Как видно, выбор системы звукозаписи целиком зависит от цели и ее назначения.

Попробуем решить этот вопрос для любительской записи: какая система лучше в данном случае?

Сразу приходится исключить фотографическую систему. Она требует очень сложного оборудования, большого расхода дорогой

кинопленки, неудобного в домашних условиях процесса проявления и т. д.

Остаются механическая и магнитная системы. В свое время мы уже упоминали о том, что воспроизводить дома промышленную технологию производства граммпластинок трудно и нерационально. Поэтому под механической системой мы подразумеваем запись на пластинки прямого воспроизведения, точнее — на целлулоидный диск.

Итак, целлулоидный диск или магнитная пленка? Как всегда, в таких случаях надо оценить все за и против того и другого варианта.

Не будем снова повторять всех преимуществ магнитной системы. Они были изложены выше. Предупредим лишь о тех затруднениях, с которыми можно столкнуться при построении и эксплоатации аппаратов магнитной звукозаписи. Во-первых, в настоящее время еще не каждый любитель может достать магнитную пленку. Делать же ее самому не имеет смысла — это производство слишком сложно. Во-вторых, надо заранее иметь в виду, что записи, сделанные на магнитной пленке, могут быть воспроизведены или на том же или на подобном аппарате. Поэтому вы не сможете передать «на память» ту или иную запись вашему знакомому, если у него нет такого же аппарата, как и у вас. Это делает невозможным посылку записей по почте в виде «говорящего письма», обмен записями и т. д.

Пользуясь магнитной системой, вы будете практически делать записи только для собственного пользования. На первых порах многих это, возможно, не смутит. Более существенно затруднение с получением магнитной пленки.

Для записи на диск сырье достать легче, может быть использована старая рентгеновская пленка или широкая фотопленка. Качество записи будет хуже, чем на магнитной пленке, но при известном навыке и правильно настроенном аппарате качество все же не уступит обычной граммофонной пластинке.

Запись на диск, в отличие от записи на магнитную пленку, может быть легко воспроизведена на любом граммофоне или электропроигрывателе. Некоторым осложнением является необходимость доставать и часто менять резцы в аппарате, но их можно изготавливать и самому. По сложности изготовления аппарат для записи на диск примерно равноценен аппарату для записи на магнитную пленку.

Сделаем вывод: если имеется возможность достать магнитную пленку, следует остановиться на магнитной системе, в противном случае рекомендуем делать аппарат для записи на

диск.

ПОСТРОЙКА ПРОСТЕЙШИХ АППАРАТОВ

Заранее предупреждаем: в этом разделе вы не найдете описания сложных высококачественных звукозаписывающих аппаратов. Тому, кто только начинает заниматься любительской звукозаписью, их изготовление не по силам. Мастерство и опыт придут по мере практической работы. Но с чего-то начинать надо.

Пусть первый аппарат будет не так удобен, и звук при воспроизведении окажется несколько искаженным, с этим можно на первых порах помириться. Зато вы получите необходимую практику.

Ниже описаны два аппарата. Один из них осуществляет запись на магнитную пленку, другой — на целлулоидные диски.

В отличие от любительской радиоаппаратуры, собираемой в основном из стандартных заводских деталей, самодельные аппараты звукозаписи изготавливаются чаще всего из случайных, подручных частей и материалов, поскольку необходимые заводские детали достать в продаже очень трудно. Поэтому некоторые узлы не будут конкретизированы. Будет дано лишь их общее описание, назначение и примерное устройство.

На основании этого каждый, кто изготавливает звукозаписывающий аппарат, должен самостоятельно доработать конструкцию в соответствии с имеющимися у него возможностями.

АППАРАТ ДЛЯ ЗАПИСИ НА МАГНИТНУЮ ПЛЕНКУ

Основное назначение аппарата — речевые записи с микрофона. В виде опыта можно производить на нем записи с радиоприемника или с радиотрансляционной линии. Время записи — две-три минуты (такое же, как у граммпластинки нормального размера). Аппарат состоит из следующих основных частей:

а) лентопротяжного механизма;

б) магнитной головки записи (она же головка воспроизведения);

в) микрофона с батареей и трансформаторов;

г) усилителя воспроизведения.

Рассмотрим в таком же порядке устройство каждой части. Лентопротяжный механизм. За основу берется пружинный граммофон или электрический проигрыватель граммпластинок (рис. 18), к которому сбоку пристраивается небольшая площадка с кассетой для магнитной пленки и другими узлами.

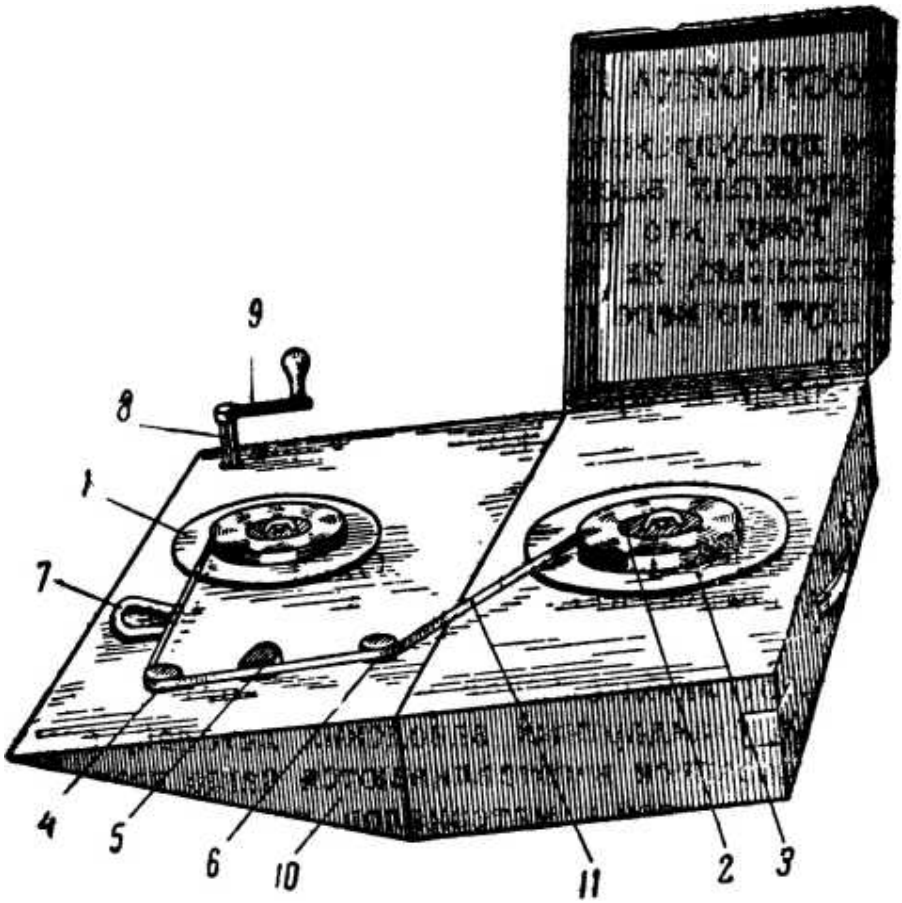

Рис. 18. *Общий вид лентопротяжного механизма: 1 — левая кассете с пленкой; 2 — деревянная бобышка: 3 — диск проигрывателя; 4 — ролик маховика; 5 — магнитная головка; 6 — направляющий ролик; 7 — стирающий магнит; 8 — ось перематывающего механизма; 9 — съемная ручка для перемотки пленки; 10 — уголки для крепления площадки; 11 — магнитная пленка.*

Вкратце, аппарат работает следующим образом.

Магнитная пленка при записи перематывается с левой кассеты *1* на деревянную бобышку *2*, закрепляемую на оси диска проигрывателя *3* .На своем пути она проходит через направляющий ролик *4,* магнитную головку *5* и ролик маховика *6,* сглаживающего механические толчки. Если пленка предварительно не стерта, к ней прикасают во время движения сильный постоянный магнит *7* и таким образом стирают тут же перед записью. По окончании записи пленка перезаряжается в аппарате по более короткому пути (рис. 18) от диска проигрывателя прямо на левую кассету. Эта последняя связана

ускоряющей ременной (или шестеренчатой) передачей с осью *8*, снабженной съемной рукоятью *9*. При ее помощи производится обратная перемотка записанной пленки.

Для воспроизведения записи пленка вновь пропускается по тому же пути мимо магнитной головки. При этом, конечно, стирающий магнит удаляется. Во время нормального хода пленки вперед ручка перемотки *9* снимается с оси. На первых порах можно не ставить маховика, заменив его вторым направляющим роликом, аналогичным первому *4*.

Особенностью такого аппарата является то, что скорость движения пленки в нем непостоянная. Так как механизм проигрывателя вращается все время с одним и тем же числом оборотов в единицу времени, а диаметр рулона пленки, наматывающейся на бобышку, постепенно увеличивается, скорость движения пленки растет к концу записи. Однако это не страшно, поскольку при воспроизведении произойдет аналогичный процесс и поэтому любой участок пленки будет проходить мимо магнитной головки при воспроизведении с той же скоростью, с какой он проходил мимо нее при записи. А это только и требуется во избежание искажений тональности звучания. Правда, в таком аппарате нельзя запись монтировать. Если часть записи из начала рулона вклеить в конец, она будет звучать там ненормально. С этим приходится мириться, если желательно получить возможно более простой аппарат.

Переходим к описанию отдельных составных частей лентопротяжного механизма.

Бобышка. Бобышка (рис. 19) вытачивается из сухого дерева по размерам, указанным на рисунке.

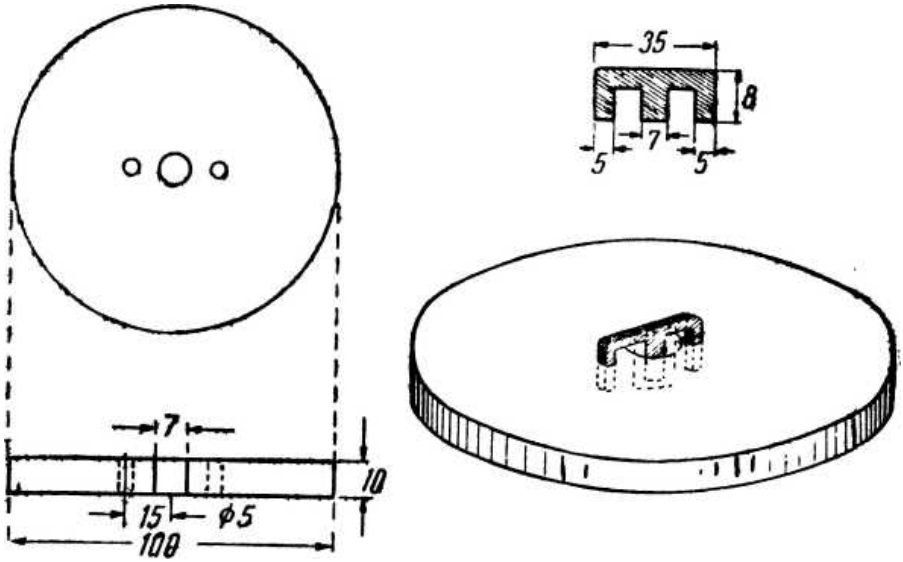

Рис. 19. *Бобышка и замок для крепления ее.*

Закрепляется она на оси проигрывателя при помощи замка, вставляемого в отверстия бобышки и пропил оси. Пропил делается ножовкой на глубину 1 *см.* Во время обратной перемотки пленки замок вынимается и бобышка свободно вращается на оси проигрывателя.

Левая кассета. Размеры левой кассеты приведены на рис. 20.

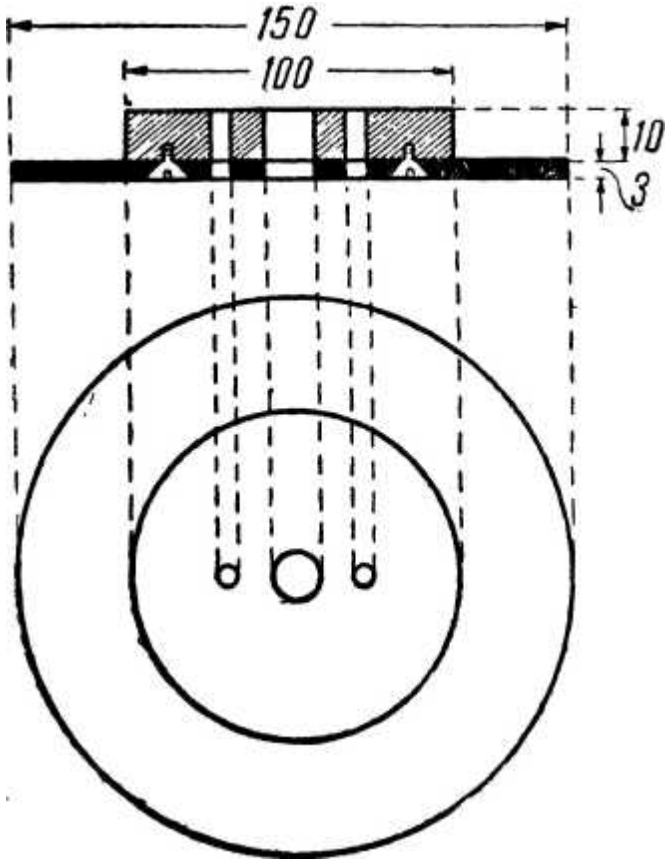

Рис. 20. *Левая кассета.*

Центральная часть ее, так же, как и бобышка; вытачивается из дерева и соединяется с нижним диском, сделанным из 3-миллиметровой фанеры или тонкого алюминия. Кассета крепится на оси с помощью такого же замка, как и бобышка. Таким образом, кассета съемная. Если имеется достаточный запас пленки, можно сделать несколько кассет и хранить на них пленку с произведенной записью.

Перематывающий механизм (рис. 21) состоит из оси со съемной рукояткой *1*, передачи *2* и оси крепления кассеты *3*.

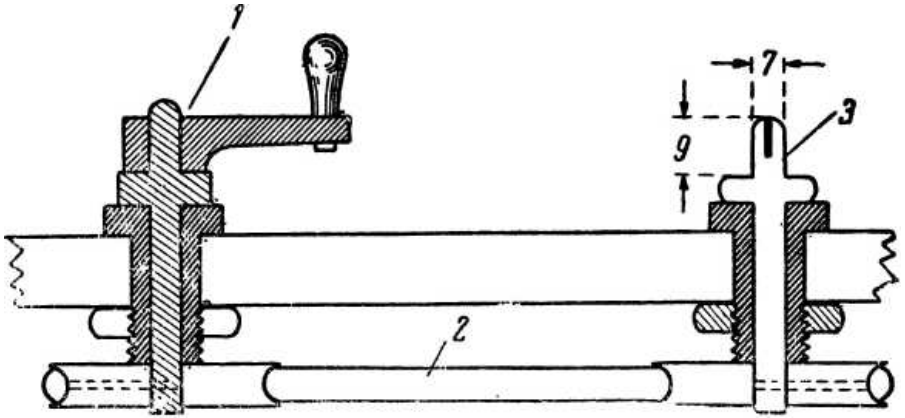

Рис. 21. Перематывающий механизм: *1 — рукоятка обратной перемотки пленки; 2 — ременная передача; 3 — ось крепления левой кассеты.*

В последней для замка делается такой же пропил, как и в оси проигрывателя. Устройство перематывающего механизма может быть изменено в соответствии с имеющимися частями отдельных механизмов. Например, ременную передачу можно заменить шестеренчатой. Требуемый коэффициент передачи примерно равен 1: 3.

Направляющий ролик. Изготавливается из шарикоподшипника с шириной внешней обоймы 7–8 *мм* (рис. 22).

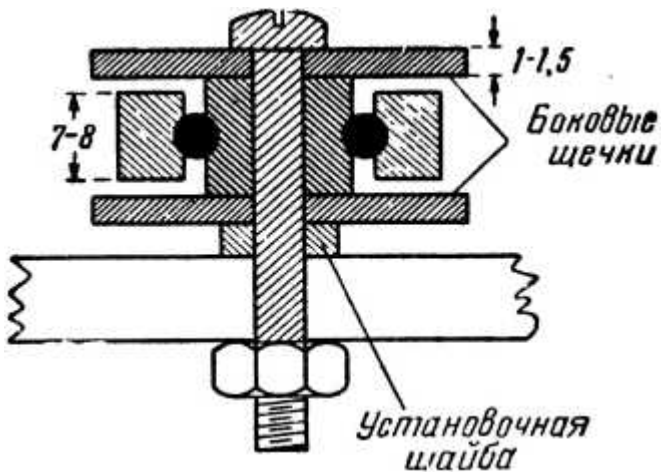

Рис. 22. *Направляющий ролик*.

С обеих сторон подшипника устанавливаются боковые щечки. Их можно выточить (или аккуратно вырезать) из листового металла. Щечки и средняя обойма стягиваются между собой и крепятся к площадке аппарата сквозным болтом.

Маховик с роликом. Этот узел сложен в изготовлении. Примерный его вид показан на рис. 23.

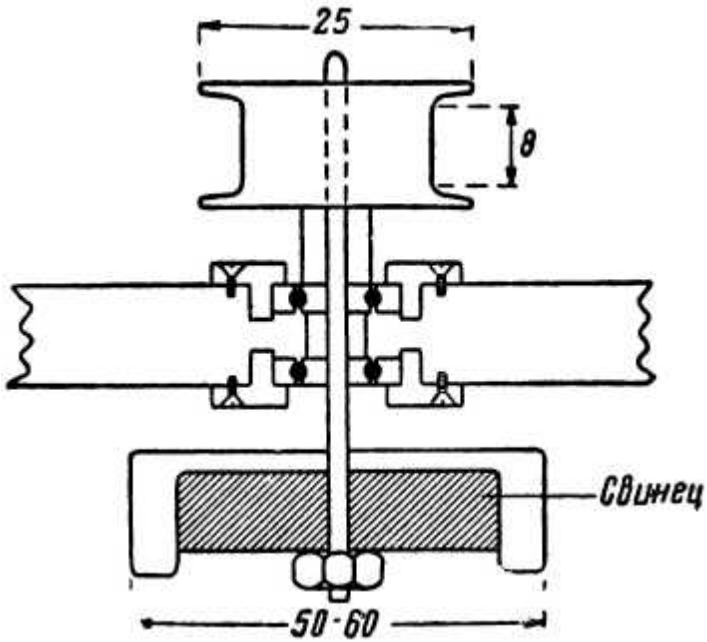

Рис. 23. *Маховик с роликом*.

Здесь потребуются точные токарные и сборочные работы. Сам маховик желательно сделать более тяжелым, залив, например, середину его свинцом. Ось маховика лучше всего установить на шарикоподшипниках, крепящихся обоймами к площадке. Ролик к оси маховика крепится при помощи шпильки. Как указывалось, для начала работы с аппаратом маховик можно заменить вторым направляющим роликом.

Приставная площадка. Изготавливается из 5-10 *мм* алюминия или в крайнем случае из сухой деревянной доски.

Размеры ее выбираются в соответствии с размерами прочих изготовленных деталей. Расположение их на площадке показано на рис. 18. При помощи двух кронштейнов площадка крепится к проигрывателю. При монтаже следует обратить внимание на то, чтобы пленка шла во всем аппарате на одной высоте, без перекоса.

Магнитная головка. Магнитная головка является наиболее сложной частью аппарата. Поэтому для облегчения работы следует постараться достать готовую головку заводского изготовления. Наиболее подходящей является универсальная головка записи-воспроизведения от магнитофона типа «Днепр».

Внешний вид головки показан на рис. 24.

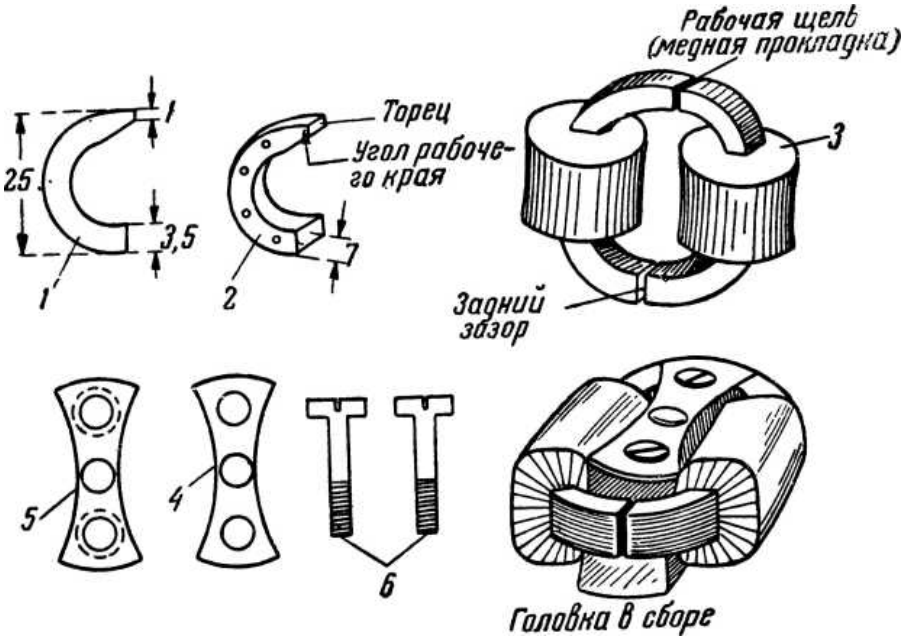

Рис. 24. *Магнитная головка и ее детали: 1 — пластинка сердечника: 2 — половина сердечника в сборе; 3 — щечка катушки: 4 — верхняя стяжная щечка; 5 — нижняя стяжная щечка; 6 — стяжные болты.*

Сердечник ее собирается из отдельных пластин, имеющих форму полукольца. На каждую половину сердечника идет от 25 до 35 таких пластин (в зависимости от толщины материала). Изготовление головки следует начать с заготовки необходимого количества пластин. Наилучшим материалом является неотожженный пермалой (сплав никеля и железа) толщиною 0,2–0,3 *мм.* После сборки сердечника он подвергается нагреванию до 900—1 100° с последующим медленным остыванием.

Пермалой весьма чувствителен после отжига ко всякого рода ударам и изгибам. Они заметно ухудшают магнитные свойства его. Это следует иметь в виду при работе; собранный, отожженный сердечник можно подвергать лишь незначительной механической обработке.

Если неотожженный пермалой достать нельзя, можно использовать готовый пермалоевый сердечник от какого-либо входного трансформатора или в крайнем случае тонкую трансформаторную сталь. Отдельные пластины вырезаются ножницами, прокрашиваются лаком и склепываются, образуя правую и левую половины сердечника. Поверхность их тщательно запиливается сначала мелким напильником, а потом шлифуется

наждачной бумагой. Особое внимание надо обратить на то; чтобы торцы полуколец (рис. 24) представляли собой ровную плоскость, а верхний край полуколец был прямым, незакругленным. От качества обработки зависит дальнейшая работа головки.

После того, как обе половины сердечника готовы, можно начинать изготовление катушки. Как видно на рисунке, вся обмотка головки разделена на две равные части, намотанные каждая на одно полукольцо. Из тонкого, но плотного картона вырезаются для каждой катушки две щечки. Далее на среднюю часть полуколец наматывается бумажная лента, на нее надеваются щечки и все это вместе проклеивается бакелитовым или шеллачным лаком. После высыхания образуется плотный каркас, на который может наноситься обмотка. Каждая катушка имеет 500 витков провода 0,15 ПЭ. Дальше начинается сборка головки. Для стягивания полуколец из меди или латуни изготавливаются верхняя и нижняя щечки, которые скрепляются между собой двумя винтами (рис. 24). Между ними и стягиваются полукольца сердечника с намотанными на них катушками. При этом очень важно правильно установить передний и задний зазоры между торцами полуколец. При сборке в передний зазор (так называемую рабочую щель) вставляется узкая полоска латуни или бронзы толщиной 20 микрон, в противоположный задний зазор — полоска бумаги толщиной 150–200 микрон. При стягивании щечек надо внимательно следить за тем, чтобы обе полоски не выскочили из зазоров и чтобы рабочая щель не была перекошена (рис. 25).

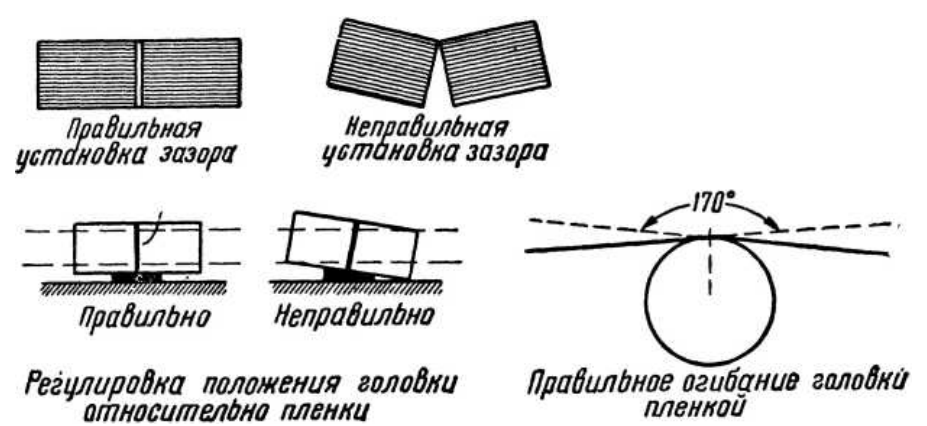

Рис. 25. *Регулировка магнитной головки.*

В заключение производится легкая запиловка рабочей поверхности сердечника (той, которая соприкасается в аппарате с пленкой). При этом снимается выступающая часть латунной прокладки в рабочей щели.

Обе катушки обмотки включаются последовательно. Путем проб находится правильный порядок соединения концов, когда магнитные поля катушек складываются в сердечнике. В противном случае головка не будет ни записывать, ни воспроизводить.

На площадке головка крепится центральным винтом, проходящим через центровые отверстия в щечках. Регулируя подкладки (рис. 25), добиваются того, чтобы пленка закрывала почти всю рабочую щель головки и край пленки был перпендикулярен щели. Важно также установить правильный угол сгибания головки пленкой. Он равен примерно 170°. Рабочая щель должна приходиться)на середину угла огибания.

Шероховатая рабочая поверхность магнитной пленки пришлифовывает при своем движении сердечник головки. Иногда при этом наблюдается осыпание магнитного порошка с пленки, что может привести к засорению рабочей щели. Это говорит о недоброкачественности самой пленки. От работы с нею следует воздержаться.

Новая головка может оказаться сильно намагниченной из- за прикосновения к ней различного металлообрабатывающего инструмента. Поэтому перед началом работы ее следует размагнитить.

Проще всего это достигается включением головки по схеме показанной на рис. 26.

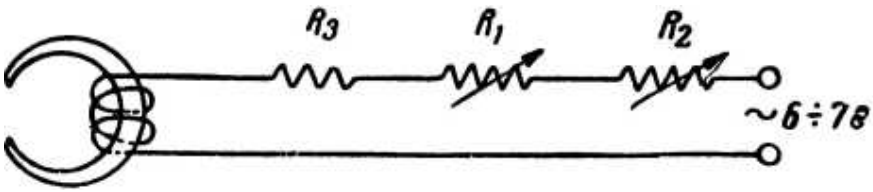

Рис. 26. *Схема размагничивания магнитной головки: R1 = 1 000 ом; R2 = 10 000 ом; R3 = 30 ом.*

Вначале переменные сопротивления выводятся, при этом через обмотку головки протекает наибольший переменный ток. Далее постепенно вводят сопротивление *R*1, затем сопротивление *R*2. После этого ток в цепи становится практически равным нулю и головка отключается. Сопротивления в приведенной схеме можно взять любого типа. Переменное напряжение 6–7 *в* получается от понижающего трансформатора, включаемого в сеть переменного тока.

Так как магнитная головка очень чувствительна к внешним полям, «наводки» на нее с различных электроприборов и в первую очередь с близко расположенного мотора электропроигрывателя

создадут при прослушивании сильный «фон» переменного тока. Во избежание этого головку надо тщательно заэкранировать. Экран лучше всего изготовить из пермалоя. Если его нет, берется 1,5 — 2-миллиметровая листовая сталь.

Форма экрана показана на рис. 27.

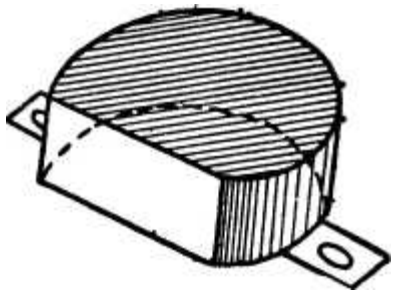

Рис. 27. *Экран на магнитную головку*.

Как видно, это цилиндр, обрезанный с одной стороны. Края экрана пропаиваются. Крепится экран к площадке двумя винтами. При установке следует следить за тем, чтобы магнитная пленка при своем движении не задевала за края экрана.

Снизу под головку подкладывается круглая железная пластинка того же диаметра, что и экран. Таким образом головка оказывается изолированной от действия внешних магнитных полей со всех сторон, не считая той, где к ней подходит пленка. Выводы от головки соединяются с тонким экранированным двухпроводным кабелем (так называемым микрофонным кабелем), который через отверстие в экране и площадке выводится вниз и уходит к усилителю. Экран кабеля соединяется с землей. Если нет специального микрофонного кабеля, его можно заменить, свив два мягких провода вместе и надев на них экранирующий металлический шланг (так называемый «экранный чулок»).

Микрофон, батарея, трансформатор. В описываемом аппарате выбран постоянноточный режим записи, как более простой для первых опытов.

Электрическая схема записи показана на рис. 28.

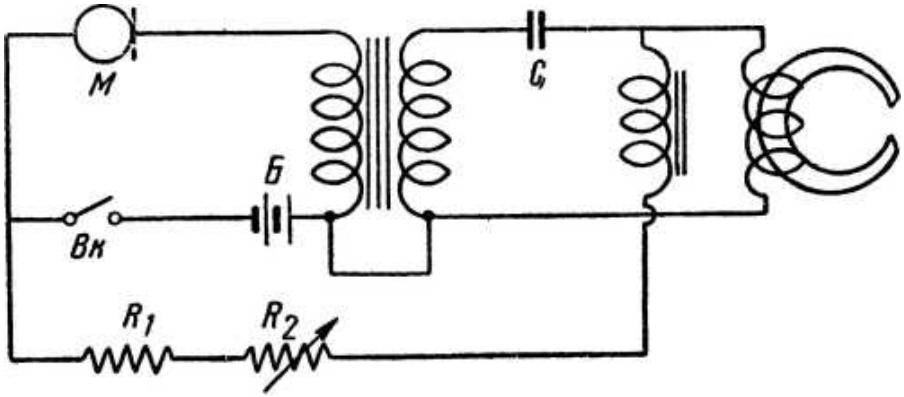

Рис. 28. *Электрическая схема записи.*

Общее включение осуществляется тумблером *Вк.* При этом ток от — батареи *Б* проходит через угольный микрофон *М* и первичную обмотку повышающего трансформатора. Ток во вторичной цепи трансформатора проходит через конденсатор *С* и обмотку магнитной головки. Та же батарея *Б* служит для подачи тока подмагничивания через ограничительное сопротивление *R*1, переменное сопротивление *R*2, дроссель и обмотку магнитной головки.

Данные схемы. Микрофон — угольный от телефонного аппарата любого типа. Батарея может выбираться также любого типа: сухая, водоналивная, аккумуляторная. Проще всего применить батарейки от карманного фонаря. Если микрофон взят от телефонного аппарата местного питания (такие телефоны главным образом распространены в сельских районах), нужно включать одну батарейку (напряжение 4–5 вольт); если взят микрофон от аппарата центрального питания (городского типа) — две-три батарейки, соединенные последовательно. Переменное сопротивление *R*2 = 2 000 *ом* желательно проволочного типа. Конденсатор С = 0,5 *мкф*, с бумажной изоляцией. Ограничительное сопротивление *R*1 = *2 000 ом* любого типа.

Трансформатор — по своему устройству является обычным трансформатором низкой частоты. Коэффициент трансформации 1: 2. Включается на повышение в сторону магнитной головки. Собирается на железе *Ш-18*, ширина пакета 20 *мм.* I обмотка — 500 витков провода 0,25 ПЭ; II обмотка — 1 000 витков провода 0,18-0,2 ПЭ.

Дроссель. Собирается на железе *Ш-18*, ширина пакета 20 *мм.* Число витков — 1 600, провода 0,21 ПЭ.

Усилитель воспроизведения. В конструкцию аппарата входит лишь предварительный усилитель, усиливающий настолько,

чтобы можно было затем воспользоваться каким-либо усилителем от электропроигрывателя или низкочастотной частью радиоприемника. Сам же предварительный усилитель позволяет осуществлять только негромкое прослушивание записи на высокоомные телефонные трубки.

Схема усилителя и ее данные приведены на рис. 29.

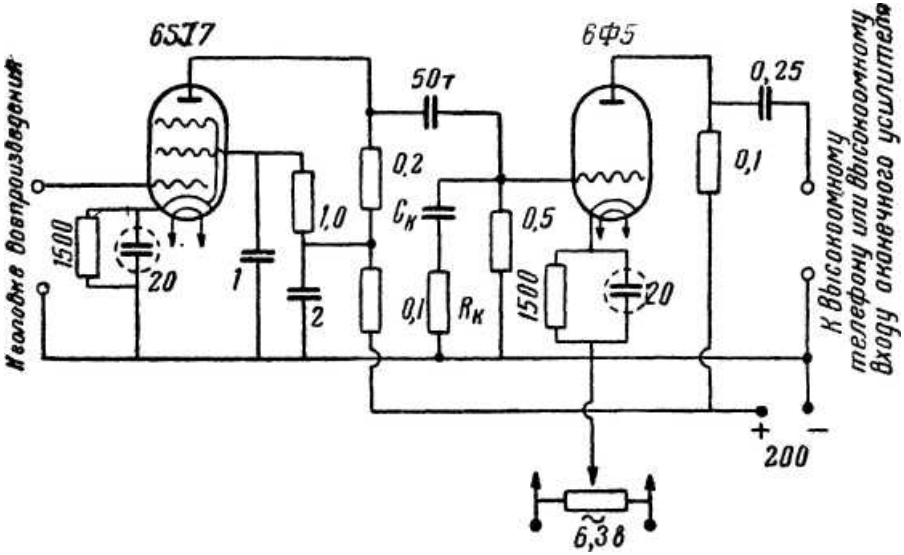

Рис. 29. *Схема предварительного усилителя воспроизведения.*

Все детали для сборки берутся готовыми. При настройке аппарата, подбирая величины *Rк* и *Ск*, добиваются наилучшего тембра звучания.

Питание усилителя может производиться от любого выпрямителя с хорошим сглаживающим фильтром. Для ослабления фона параллельно накалу лампы 1-й ступени включается потенциометр 100–300 *ом,* ползунок которого соединяется с землей. Наивыгоднейшее положение ползунка подбирают на слух при воспроизведении.

Конструктивное оформление усилителя может быть различным. Можно, например, весь монтаж расположить на шасси, разделенном на три части (рис. 30).

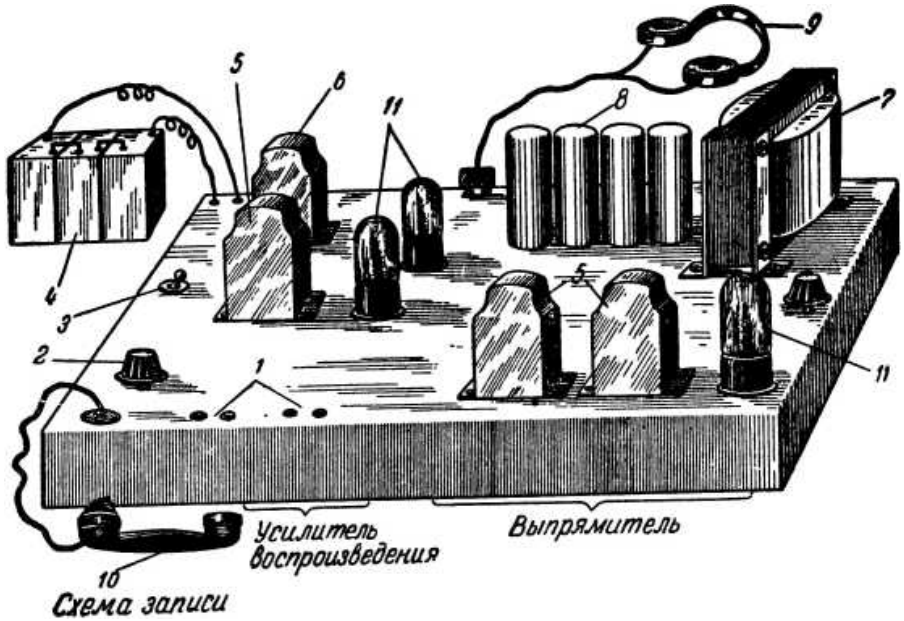

Рис. 30. *Примерное расположение деталей электрической схемы: 1 — гнезда для включения магнитной головки; 2 — регулятор тока подмагничивания; 3 — выключатель батареи; 4 — батарея; 5 — дроссели; 6 — трансформатор низкой частоты; 7 — силовой трансформатор; 8 — электролитические конденсаторы; 9 — головные телефоны; 10 — микротелефонная трубка;. 11 — радиолампы.*

В первой смонтирована записывающая часть аппарата, во второй — усилитель воспроизведения, в третьей — выпрямитель.

Экранированный провод, идущий от головки с лентопротяжного механизма, заканчивается вилкой. При помощи ее головка подсоединяется к записывающей и воспроизводящей схемам аппарата.

Так как при записи важно не изменять полярности включения головки, вилку и гнезда необходимо промаркировать (например, около одного гнезда и соответственно на вилке около одной из ножек поставить краской точку).

РАБОТА С АППАРАТОМ

В изготовленном аппарате прежде всего следует зарядить в лентопротяжный механизм пленку и посмотреть, правильно ли она движется мимо головки. Обратите внимание, чтобы своей матовой (рабочей стороной) пленка была обращена к головке. При том расположении головки, какое принято в аппарате, новую пленку для этого придется перевернуть.

Убедившись в исправности лентопротяжного механизма, переходят к записывающей части аппарата. В гнезда, предназначенные для включения головки, подсоединяют телефонные трубки. Включив тумблером микрофонную батарею, надо убедиться в том, что в трубках прослушивается разговор перед микрофоном.

Проверка усилителя воспроизведения производится также путем прослушивания его работы. Прикосновение пальцев к входным гнездам должно вызвать появление в телефонных трубках характерного щелчка и гудения.

После того, как проверка аппарата по частям закончена, можно начать запись. Включается лентопротяжный механизм. К пленке для стирания подносится постоянный магнит. Надо заметить его полюса с тем, чтобы в дальнейшем при работе всегда придерживаться одного первоначально выбранного направления стирающего магнитного поля.

Регулятор тока подмагничивания ставят в среднее положение. Четко произнося перед микрофоном отдельные слова (например, цифры), производим запись. Закончив ее, перематываем пленку, провод с вилкой от головки переключаем на вход усилителя воспроизведения и прослушиваем запись. Если желательно получить громкоговорящее воспроизведение, можно выходные гнезда усилителя соединить с гнездами «адаптер» радиоприемника.

Если запись не получилась или очень искажена, ее надо повторить при других положениях регулятора подмагничивания. Если и это не помогает, надо поменять местами провода, идущие к батарее с тем, чтобы изменить направление тока подмагничивания. При всех повторных записях стирание постоянным магнитом повторяется. Если обнаруживается, что оно неполно и прослушивается старая запись, это свидетельствует о том, что магнит недостаточно сильный и его надо заменить. Выбранная полярность подключения батареи и положение регулятора тока подмагничивания оставляются без изменения для будущих записей.

Может оказаться, что экран на магнитной головке действует слабо, плохо защищая ее от внешних полей. Тогда при воспроизведении будет сильно прослушиваться «фон» переменного тока.

Его можно значительно ослабить простым способом, использовав так называемый «антифонный виток». Этот виток диаметром 3–4 *см,* сделанный из изолированного монтажного провода, включается последовательно в один из проводов, идущих от магнитной головки (рис. 31).

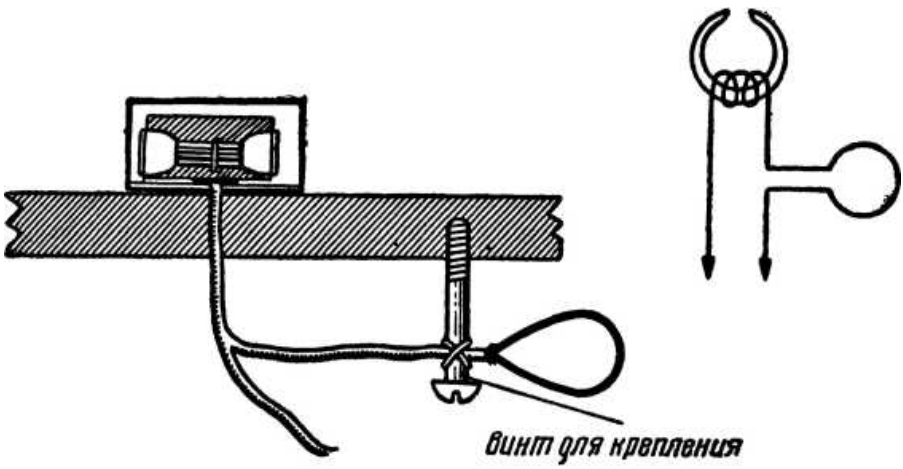

Рис. 31. *Антифонный виток и его включение.*

Во время воспроизведения надо найти такое положение антифонного витка, при котором наводки на него и на головку взаимно компенсируют друг друга.

Настройка витка производится на слух. В лучшем положении его следует закрепить.

Важное значение для работы имеет правильный выбор модуляции пленки, т. е. степени ее намагниченности магнитным полем звуковой частоты. В данном аппарате это зависит о г того, насколько громко мы говорим в микрофон и как близко от себя его держим. При слабой модуляции будут относительно сильнее прослушиваться различные шумы и помехи, сопровождающие запись; при слишком сильной модуляции возникнут искажения звука. В более совершенных аппаратах имеется специальный прибор — измеритель модуляции, который помогает правильно устанавливать режим намагничивания пленки. При его отсутствии приходится подбирать режим записи практически, для чего, начав запись счета цифр, постепенно повышают голос и уменьшают расстояние до микрофона. Для того, чтобы потом было легче разобраться, можно в микрофон объявлять условия

записи (например, «расстояние до микрофона 0,5 *м*, говорю тихим голосом»). После прослушивания выбирают режим записи, при котором искажения еще не очень заметны.

АППАРАТ ДЛЯ ЗАПИСИ НА ДИСК

Большинство подобных аппаратов требует для своего изготовления точных токарных работ, поэтому любителю приходится выбирать простейшую систему аппарата, позволяющую по возможности обойтись без токарного станка.

Наиболее сложным в аппарате является обычно смещающий механизм, передвигающий рекордер с каждым оборотом диска в направлении его радиуса на вполне определенное расстояние, называемое шагом записи.

В описываемом аппарате такой механизм фактически отсутствует. Точнее, его роль выполняет простая граммофонная пластинка. Так как звуковая канавка нанесена на ее поверхности как раз так, как нам надо при записи на диск, т. е. спиралеобразно, с постоянным шагом смещения, возникла мысль использовать граммпластинку в качестве приспособления, «смещающего» рекордер во время записи. Принцип работы аппарата показан на рис. 32.

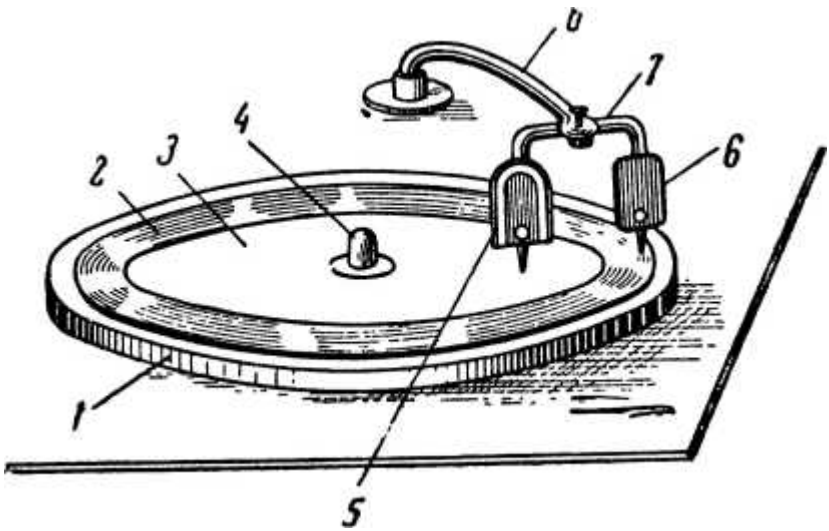

Рис. 32. *Простейший аппарат для записи на диск: 1 — планшайба; 2 — граммофонная пластинка; 3 — целлулоидный диск; 4 — прижимная гайка: 5 — рекордер; 6 — ведущая приставка; 7 перемычка; 8 — поворотный рычаг.*

На вращающуюся планшайбу *1* кладется граммофонная пластинка *2* и поверх ее целлулоидный диск *3*. При помощи широкой гайки *4* диск прижимается в центре планшайбы к граммпластинке. Рекордер *5* соединен с ведущей приставкой *6*

при помощи жесткой перемычки *7*, которая в свою очередь закреплена на поворотном рычаге *8*.

Ведущая приставка имеет иглодержатель, в котором крепится обычная граммофонная игла, входящая в канавку граммпластинки. С каждым оборотом планшайбы ведущая приставка смещается к центру на расстояние, равное шагу записи граммпластинки. При этом она смещает на такое же расстояние соединенный с нею рекордер. В итоге на поверхности целлулоидного диска образуется спиральная звуковая канавка.

Поскольку используемая граммпластинка наверняка содержит запись, игла ведущей приставки, кроме постоянного равномерного смещения к центру, будет совершать дополнительные колебательные движения в соответствии с извилинами звуковых канавок на пластинке. Важно, чтобы эти колебания не передались резцу рекордера, иначе на диске получится перезапись граммпластинки. Достигается это приданием всей конструкции достаточного веса и упругостью закрепления якоря в рекордере и иглы в ведущей приставке.

Недостаток подобного аппарата — малое время записи, поскольку размеры целлулоидного диска ограничены размерами центральной части граммпластинки (там, где на ней нет звуковых канавок). Это, однако, окупается, как уже говорилось, его простотой и доступностью в изготовлении.

Переходим к описанию отдельных узлов и деталей аппарата.

Выбор граммофонной пластинки. Ведущая граммофонная пластинка должна быть новой, без механических дефектов. Если желательно увеличить время записи, надо взять пластинку большого размера («Гигант»). Особое внимание при отборе следует обратить на то, чтобы пластинка имела незначительный эксцентриситет центрального отверстия. Это легко проверить, воспроизводя пластинку на граммофоне или электропроигрывателе. При этом не должны быть заметны на глаз колебания мембраны (или адаптера) из стороны в сторону.

Пластинка должна иметь ровную поверхность. Выгнутость или вогнутость ее вследствие коробления недопустимы.

Привод планшайбы во вращение. При записи требуется расходовать большую мощность на вращение диска, чем при воспроизведении, так как при этом возникают значительные тормозящие усилия между резцом и звуконосителем. Поэтому граммофонные пружинные приводы для записи непригодны. Следует применять привод от электромотора мощностью 5-60 *вт*. Если удастся достать специальный граммофонный мотор, делающий 78 оборотов в минуту, то планшайбу закрепляют непосредственно на оси мотора. При более быстроходных

моторах соединение надо произвести через редуктор или соответствующую ременную передачу.

Рекордер. Так как рекордер во многом не отличается по своему устройству от адаптера, возникает вопрос, нельзя ли обычный электромагнитный адаптер использовать для записи? Это, естественно, сильно облегчило бы изготовление аппарата. К сожалению, если не делать никаких переделок, качество записи адаптером будет невысоким. Требуемые переделки не столь уж сложны и сводятся в основном к следующему:

1. В адаптере надо поставить более сильный постоянный магнит.

2. Демпферовку якоря, которая у адаптеров слишком «мягка», надо сделать более упругой, отрегулировав ее соответствующим образом и при необходимости сменив резину демпфера на более твердую.

3. Если катушка адаптера намотана очень тонкой проволокой, она при записи может сгореть. Поэтому ее следует перемотать проводом 0,1–0,15 (до заполнения).

При сборке надо следить за тем, чтобы якорь занимал симметричное положение в зазоре между полюсными наконечниками и не касался их. При отклонении якоря в ту или другую сторону от нейтрали рука должна ощущать одинаковое сопротивление демпфера.

Усилитель записи должен развивать мощность порядка 3–5 *вт*. По своей схеме он не отличается от известных типовых схем. Можно использовать также усилительную часть в радиоприемнике. Рекордер при этом включается на место звуковой катушки громкоговорителя (если, конечно, их сопротивления близки по величине). При этом можно вести запись радиопередач или перезапись граммпластинок, воспроизводимых адаптером, включенным в гнезда радиоприемника «адаптер». Запись с микрофона может осуществляться лишь при угольном микрофоне, дающем достаточное полезное напряжение. Схема включения угольного микрофона в радиоприемник показана на рис. 33.

Рис. 33. *Схема включения угольного микрофона*.

Более качественный динамический микрофон развивает весьма малое напряжение. Поэтому при записи с него нужно применять специальный (обычно 3-ступенный) усилитель с большим усилением.

Для улучшения режима записи рекомендуется рекордер включать через корректирующую ячейку (рис. 34).

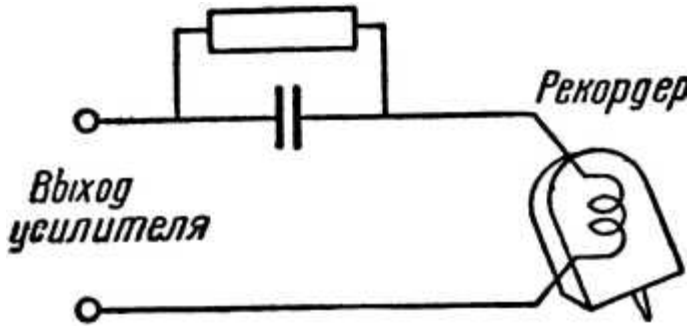

Рис. 34. *Схема включения рекордера.*

Величины емкости и сопротивления, входящие в эту ячейку, надо подобрать практически (они зависят от данных рекордера), ориентируясь при этом на возможность получения более громкой и неискаженной записи.

Резцы для записи. Лучшими для записи на целлулоидных дисках являются сапфировые резцы заводского производства. Самостоятельное изготовление их в любительских условиях довольно затруднительно. Если есть возможность, легче сделать стальные резцы. Для этого стальная граммофонная игла затачивается на шлифовальном камне так, как показано на рис. 35.

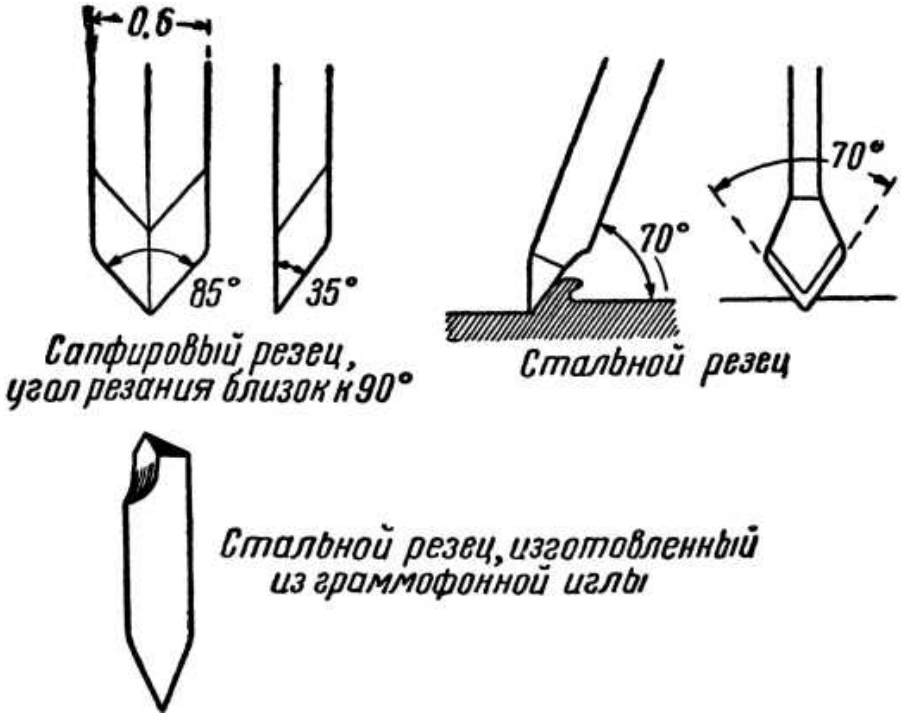

Рис 35. *Резцы для записи.*

Правильная установка резца при записи дана на том же рисунке. В зависимости от веса рекордера резец при записи будет более или менее глубоко погружаться в целлулоид и вырезать в нем мелкую или глубокую канавку. Наиболее правильно отрегулировать аппарат так, чтобы ширина холостой канавки (без записи) при рассматривании ее через увеличительное стекло была несколько больше расстояния между краями соседних канавок. Регулировка осуществляется подбором дополнительного груза (обычно свинцового), крепящегося к рекордеру.

На первых порах можно попробовать обойтись без резцов для записи. Дело в том, что звуковая канавка на поверхности диска может не только вырезаться, но и выдавливаться. Для выдавливания вместо резца в рекордер вставляется обычная граммофонная игла. Качество записи при этом заметно хуже чем при резании, и такой способ может рекомендоваться лишь как опыт.

Смещающий механизм. Как уже упоминалось смещение рекордера осуществляется в данном аппарате по системе ведущей приставки с граммофонной пластинкой. Конструкция системы показана на рис. 36.

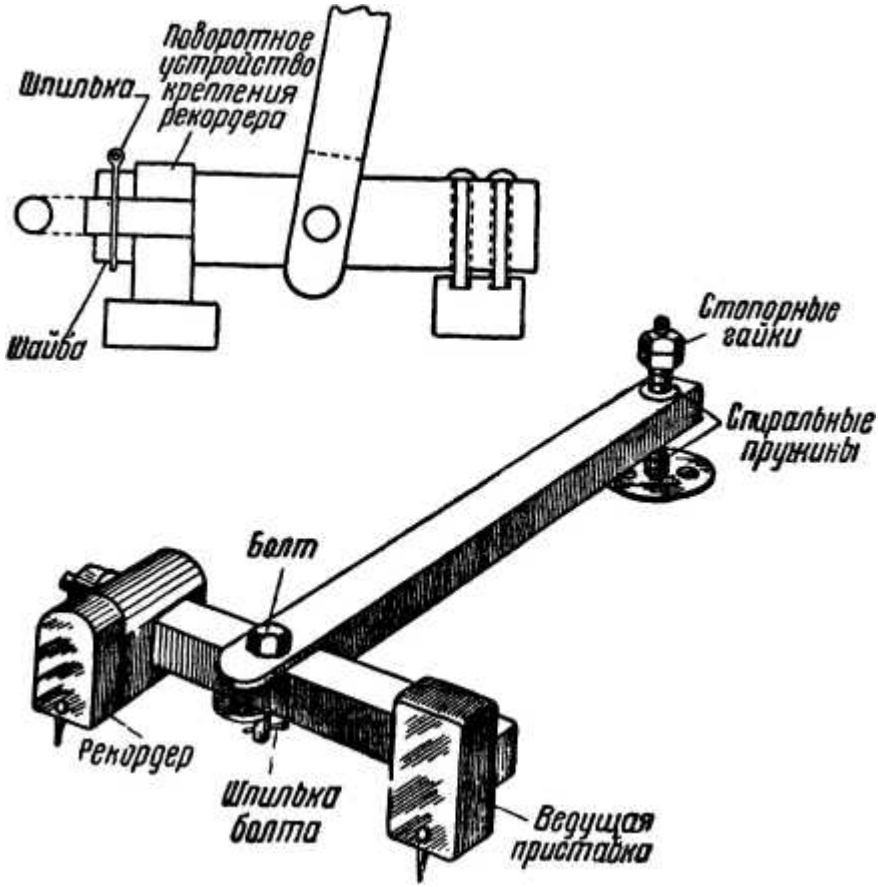

Рис. 36. *Смещающая система.*

При записи первоначально опускают на граммофонную пластинку иглу ведущей приставки и лишь после того, как планшайба сделала несколько оборотов, на целлулоидный диск опускают резец рекордера. Стружка, выходящая из-под резца, должна быть направлена кисточкой в центр диска к прижимной гайке и наматывается на нее.

Следует обратить внимание на то, чтобы крепление рекордера на оси было плотным, без люфта, иначе шаг получающейся записи будет изменяться.

Приготовление дисков для записи. Исходным материалом для этой цели является рентгеновская или широкая фотопленка. В теплой воде с нее удаляется при помощи щетки верхний эмульсионный слой. Оставшаяся целлулоидная подложка высушивается, и из нее нарезаются диски требуемого диаметра. Центровое отверстие следует пробивать стальным пробойником диаметром 7 *мм.* После этого диски готовы к употреблению. Ввиду незначительной толщины целлулоида запись можно делать

лишь с одной стороны диска. Иногда для придания большей механической прочности целлулоид наклеивают на бумажные (или картонные) диски. Наклейку можно производить и с обеих сторон. Тогда получаются двусторонние диски. В качестве клея берется жидкий столярный клей. Рекомендуется склеенный диск спрессовать между двумя ровными поверхностями. Для удаления выступившего клея края дисков впоследствии зачищаются мелкой шкуркой.

Если применяются ненаклеенные целлулоидные диски, при записи под них следует подкладывать тонкий (0,5–1 *мм)* резиновый диск.

Выбор уровня записи. Качество звучания во многом зависит от того, как правильно выбран уровень записи. При слишком большой его величине возникают нелинейные искажения, обусловленные как перегрузкой усилителя и рекордера, так и тем, что соседние звуковые канавки заходят одна за другую, взаимно разрушаясь в местах пересечения.

Опасен и слишком малый уровень. Для того, чтобы получить достаточную громкость при воспроизведении такой записи, надо применить большое усиление, при этом будет сильно прослушиваться шум, возникающий из-за неоднородности строения звуконосителя, дефектов режущих граней резца и т. д.

Практически удобнее всего следить за уровнем записи хотя бы по купроксному вольтметру, включенному во время записи параллельно выходу усилителя. Сделав ряд записей и замечая каждый раз, в каких пределах изменялось это напряжение, можно найти наилучший режим и в дальнейшем его и придерживаться.

Воспроизведение сделанной записи. Целлулоидные диски с записью можно воспроизвести и с помощью граммофона и на электропроигрывателе. Однако второй способ следует предпочесть. Особенно желательно воспроизводить записи на дисках легкими адаптерами, мало разрушающими звуковые канавки. Подходящим, например, является пьезоэлектрический адаптер. Игла перед воспроизведением должна быть слегка затуплена проигрыванием обычной граммофонной пластинки в течение 0,5 минуты.

НАД ЧЕМ РАБОТАТЬ ДАЛЬШЕ?

В этой книге вы познакомились лишь с начальными основами звукозаписи. Простейшие звукозаписывающие аппараты, описанные в ней, строго говоря, даже не аппараты, а лишь макеты, на которых можно производить первые опыты по звукозаписи.

Если вас заинтересовала эта область науки и техники и вы всерьез решили ею заняться, очень скоро вы не удовлетворитесь тем качеством записи, которое может быть получено на таких макетах. Тогда надо приступать к постройке более сложных аппаратов. Опыт, полученный вами при первых работах, не пропадет даром. Он поможет сознательно подойти к решению трудных задач, с которыми придется столкнуться при изготовлении и работе с звукозаписывающими аппаратами сложных конструкций.

Описание устройства таких аппаратов можно найти в специальной литературе по вопросам звукозаписи, список которой приведен в конце книги.

Там же рассматриваются более детально и вопросы теории звукозаписи.

Звукозапись — полезная и увлекательная форма любительской работы. Пожелаем же новым любителям звукозаписи успехов в их работе.

СПИСОК ПОПУЛЯРНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ВОПРОСАМ ЗВУКОЗАПИСИ

Охотников В. Д. «В мире застывших звуков». Воениздат. Научно-популярная библиотека солдата и матроса. 1948 г.

Шорин А. Ф. «Как экран стал говорящим». Госкиноиздат, 1949 г.

Рабинович И. С. «Любительская запись звука». Государственное издательство по вопросам радио, 1937 г.

Корольков В. Г. «Магнитная запись звука». Госэнергоиздат, 1949 г.

Звукозапись (обзор экспонатов 7-й заочной выставки). Госэнергоиздат, 1949 г.

Прозоровский Ю. Н. «Радиограммофон». Госэнергоиздат, 1950 г.

Рабинович И. С. «Магнитная запись звука». Журнал «Радио», 1947 г. №№ 10, 12.

Дыскин Э. «Аппарат МАГ-4». Журнал «Радио», 1948 г., № 11.

Дроздов К. И. «Аппарат МАГ-2а». Журнал «Радио», 1949 г., № 1.

Корольков В. Г. «Звукозаписывающая аппаратура на 7-й заочной радиовыставке». Журнал. «Радио», 1948 г., № 9.

Афанасьев Н. «Советы конструктору магнитофонов». Журнал «Радио» 1949 г., №№ 3 и 4.

Корольков В. Г. «Любительские аппараты звукозаписи». Журнал «Радио», 1949 г., № 9.

Ржанович И. К. «Частотные соотношения при магнитной звукозаписи и при записи на диски». Журнал «Радио» 1948 г., № № 10, 12.

Scan AAW

Цена 1 р. 75 к.

Главвоенторг

ВОЕНКНИЖТОРГ

КНИГИ по ВОЕННОМУ ДЕЛУ, РАДИОТЕХНИКЕ,

политическая, научно-популярная литература, книги по физической подготовке и спорту, портреты и плакаты

ПРОДАЮТСЯ В МАГАЗИНАХ

ВОЕННАЯ КНИГА

и в книжных киосках ВОЕНТОРГА

„ВОЕННАЯ КНИГА—ПОЧТОЙ"

высылает имеющиеся книги издательства ДОСАРМ и Военного издательства наложенным платежом, без задатка.

Заказы направляйте: Москва 2, Арбат, 21, «Военная книга—почтой» или в один из следующих пунктов:

АРХАНГЕЛЬСК, Поморская, 12.
ВЛАДИВОСТОК, Ленинская, 18.
КИЕВ, Красноармейская, 10.
КУЙБЫШЕВ, Куйбышевская, 91.
ЛЕНИНГРАД, Невский, 20.
ЛЬВОВ, ул. 1 мая, 35.
МОСКВА, Арбат, 21.
МИНСК, Первомайская, 26.
НОВОСИБИРСК, Красный пр., 23.
ОДЕССА, Дерибасовская, 13.
РИГА, Крышян Барона, 11.
РОСТОВ н/Д., Буденновский, 103.
СВЕРДЛОВСК, ул. Ленина, 56.
ТАЛЛИН, ул. Пикк, 5.
ТАШКЕНТ, ул. К. Маркса, 28.
ТБИЛИСИ, пр. Руставели, 24.
ХАБАРОВСК, ул. К. Маркса, 7.
ЧИТА, ул. Ленина, 110.
ИРКУТСК, ул. Урицкого, 14.
МУРМАНСК, пр. Сталина, 25.